



UMWELTFORSCHUNGSPLAN DES
BUNDESMINISTERIUMS FÜR UMWELT,
NATURSCHUTZ UND REAKTORSICHERHEIT
- -
FORSCHUNGSBERICHT FKZ 200 77 252

**Fachinstrumente Flächenrecycling
Kostenermittlung für
Flächenaufbereitung
- KONUS -**

von

Wilko Werner

Dr. Uwe Kerl

Gert Gruner

GKU Planungs- & Sanierungsgesellschaft GmbH

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

September 2003

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzdarstellung der wesentlichen Ergebnisse des Forschungsvorhabens.....	11
1.1	Ausgangssituation.....	11
1.2	Aufgabenstellung.....	11
1.3	Lösungswege	11
2	Aufgabenstellung und Gegenstand	15
2.1	Aufgabenstellung.....	15
2.2	Rahmenbedingungen, Abgrenzungen, Thesen.....	16
3	Begriffe, Definitionen, Abkürzungen	18
3.1	Grundlagen.....	18
3.2	Begriffe	18
3.2.1	Rechnungswesen	18
3.2.2	Begriffe aus der Wertermittlung.....	20
3.2.3	Begriffe der DIN 277	21
3.2.4	Begriffe des Baugesetzbuches, Baunutzungsverordnung.....	22
4	Normen, Vorschriften und Anwendbarkeiten	24
4.1	DIN 276 – Begriffe und Anwendung im Flächenrecycling.....	24
4.2	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI).....	30
4.3	Wertermittlungsverordnung	32
4.4	AHO-Entwurf Altlasten	32
4.5	Sonstige Angaben.....	33
4.5.1	Rückbauplanung.....	33
4.5.2	Abfallwirtschaftsplanung.....	33
4.5.3	Kampfmittelräumung	34
5	Systematisierungen wesentlicher Aufgaben.....	35
5.1	Vorbemerkungen.....	35
5.2	Bestehende Systematik der DIN 276.....	36
5.3	Leistungsbereiche im Flächenrecycling.....	39

5.3.1	Strukturelle Betrachtung	39
5.3.2	Ingenieurleistungen im Flächenrecycling –Baufeldfreimachung-	40
5.3.3	Ausführungsleistungen im Flächenrecycling –Baufeldfreimachung-.....	43
5.4	Gliederungsvorschlag für Ingenieurleistungen auf Grundlage der DIN 276	43
5.4.1	Allgemeines	43
5.4.2	Ingenieurleistungen –Altlasten-	43
5.4.3	Ingenieurleistungen – Rückbau-	45
5.4.4	Ingenieurleistungen –Abfallwirtschaft-	46
5.4.5	Ingenieurleistungen Kampfmittelgutachten/-planung	47
5.4.6	Koordinierung Ingenieurleistungen	47
5.5	Gewerbliche-/Ausführungsleistungen im Flächenrecycling.....	53
5.5.1	Grundlagen nach DIN 276.....	53
5.5.2	Strukturelle Gliederung.....	54
5.5.2.1	Rückbauleistungen	54
5.5.2.2	Leistungen der Altlastensanierung	54
5.5.2.3	Abfallwirtschaftliche Leistungen	55
5.5.2.4	Kampfmittelräummaßnahmen.....	55
5.6	Der Systemvorschlag der abgewandelten DIN 276 zur Kostenerfassung.....	55
5.7	Anwendung der Kostenplanung im Prozess des Flächenrecyclings	63
5.7.1	Grundsätze	63
5.7.2	Kalkulationsschemata der Kostenermittlung.....	64
5.7.2.1	Formale Anforderungen der Darstellung	64
5.7.2.2	Formblatt Kostenrahmen im Flächenrecycling.....	68
5.8	Kostenberechnungssystem.....	71
5.8.1	Zuverlässigkeit von Kostenangaben	71
5.8.2	Anforderungen aus Sicht der Entscheidungsvorgänge	73
5.9	Zusammenfassung.....	74
5.9.1	Ergebnisse der Systemanalyse.....	74
5.9.2	Änderungen und Ergänzungen	74
5.9.3	Grundsätze und Thesen.....	75

6	Kostensimulationsmodell	76
6.1	Grundsatzüberlegungen.....	76
6.2	Mindestanforderungen an den verfügbaren Datenbestand.....	81
6.3	Strukturelemente, Beschreibung der Kostenermittlungen.....	82
6.3.1	Hauptelemente	82
6.3.2	Freimachen	83
6.3.2.1	Grundlagen und Bestandteile	83
6.3.2.2	Kalkulationsmodul Gebäude	83
6.3.2.3	Kalkulationsmodul versiegelte Flächen.....	91
6.3.2.4	Kalkulationsmodul Leitungsrückbau	94
6.3.2.5	Kalkulationsmodul Sonderanlagen	96
6.3.2.6	Kalkulationsmodul Altlasten.....	100
6.3.2.7	Kalkulationsmodul Kampfmittel	128
6.3.3	Planungen.....	130
6.3.3.1	Grundlagen	130
6.3.3.2	Kostenermittlung Planungskosten Altlasten	130
6.3.3.3	Kostenermittlung Planungskosten Rückbau	135
6.3.3.4	Kostenermittlung Planungskosten Kampfmittelräumplanung	136
6.3.3.5	Kostenermittlung Planungskosten Abfallwirtschaft.....	137
6.3.4	Grundstück.....	138
6.4	Ergebnisse.....	149
6.5	Risikobetrachtung.....	152
6.5.1	Ausgangssituation	152
6.5.2	Methodische Ansätze zur Risikobewertung	153
6.5.3	Folgerung	159
7	Ausblicke und Weiterentwicklungen	161

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Zusammenhang der Begriffe im Rechnungswesen	20
Abb. 2:	1. Ebene der Kostengliederung DIN 276	28
Abb. 3:	Kostengliederung DIN 276 bis 3. Ebene	28
Abb. 4:	Beispiel für die Aufgaben und Leistungen einer Kostengruppe nach DIN 276	29
Abb. 5:	Systemvorschlag der Kostenträgergliederung	29
Abb. 6:	Beispiel zur Erweiterung der Kostengliederung nach DIN 276 durch Kostenträger	30
Abb. 7:	Leistungsphasen gem. HOAI	30
Abb. 8:	Leistungsbereiche	31
Abb. 9:	Leistungsphasen gem. AHO-Entwurf	33
Abb. 10:	Leistungsphasen Kampfmittelräumung	34
Abb. 11:	Abbruchleistungen in der DIN 276	36
Abb. 12:	Einfluss der HOAI auf die Kostengliederung nach DIN 276	38
Abb. 13:	Zusammenhang der Kostenplanung nach DIN 276 mit den Phasen der HOAI	39
Abb. 14:	Komprimierte Struktur von Aufgaben im Hochbau nach DIN 276	39
Abb. 15:	Kernaufgaben des Flächenrecyclings	40
Abb. 16:	Planungsleistungen in der DIN 276	41
Abb. 17:	Möglichkeiten der Positionierung von Planungsleistungen	41
Abb. 18:	Kostengruppe 126: Wertermittlungen, Untersuchungen	42
Abb. 19:	Ingenieurleistungen Altlasten in Anlehnung an den AHO-Entwurf	44
Abb. 20:	Ingenieurleistungen Rückbau	45
Abb. 21:	Ingenieurleistungen in der Abfallwirtschaft	46
Abb. 22:	Ingenieurleistungen Kampfmittelgutachten/-planung	47
Abb. 23:	Planungsleistungen, Gutachten etc.	47
Abb. 24:	Mehrfachverwendung von Grundstücksdaten	48
Abb. 25:	Leistungsphasen nach HOAI	49
Abb. 26:	Leistungsphasen nach AHO Entwurf	49
Abb. 27:	Vorschlag zur Herstellung der Phasengleichheit für AHO-Leistungen	50
Abb. 28:	Phasenmodell Rückbauplanung	50
Abb. 29:	Phasenmodell der Abfallwirtschaftsplanung	50
Abb. 30:	Phasenmodell Kampfmittelräumung	51
Abb. 31:	Synchronisationsvorschlag der Planungsleistungen	52
Abb. 32:	Gewerbliche Leistungen im Flächenrecycling	54
Abb. 33:	Leistungsgliederung Abbruch	54
Abb. 34:	Leistungsgliederung Altlastensanierung	55
Abb. 35:	Leistungsgliederung Abfallwirtschaft	55

Abb. 36:	Leistungsgliederung Kampfmittelräumung	55
Abb. 37:	Vorschlag zur Struktur der DIN 276 Flächenrecyclingmaßnahmen	63
Abb. 38:	Auszug Schema der Kostenschätzung nach DIN 276	66
Abb. 39:	Muster Kostenrahmen Flächenrecycling	70
Abb. 40:	Vertrauensgrade der Kostenermittlung	71
Abb. 41:	Vorschlag Vertrauensgrade der Kostenermittlung für Altlasten	72
Abb. 42:	Hauptstrukturelemente der Kostenberechnung.....	82
Abb. 43:	Bestandteile der Kostenermittlung Freimachen	83
Abb. 44:	Kostenbasis für Gebäuderückbau	84
Abb. 45:	Koeffizienten für Nutzungsart.....	84
Abb. 46:	Koeffizienten für BRI-Klasse	84
Abb. 47:	Koeffizienten für mittlere Wand- und Deckenstärke.....	84
Abb. 48:	Koeffizienten für Gebäudehöhen.....	85
Abb. 49:	Beispielberechnung Rückbaukosten.....	85
Abb. 50:	Tabelle der Abfallkoeffizienten nach Gebäudetyp pro 100 m ³ uR in t	86
Abb. 51:	Strukturelle Merkmale versiegelter Flächen.....	92
Abb. 52:	Materialliste und Schichtdicke der Flächenbefestigungen.....	93
Abb. 53:	Kostenliste der Flächenentsiegelung nach Materialarten in €/m ²	93
Abb. 54:	Struktur Leitungssysteme	94
Abb. 55:	Tabelle der Leitungsparameter.....	95
Abb. 56:	Gewerkeleistungen Leitungsabbruch.....	96
Abb. 57:	Tabelle der Sonderbauwerke	97
Abb. 58:	Nutzungsperioden.....	102
Abb. 59:	Tabelle der Branchen mit R0-Wert und Schadstoffinventar	103
Abb. 60:	Beispiel der Fallbearbeitung.....	104
Abb. 61:	R0-Wert und Schadstoffinventar	104
Abb. 62:	Bespiel Bestimmung der Anzahl und Zuordnung von Verdachtsfällen.....	105
Abb. 63:	Zusammenfassung zu Altlastenverdachtsfällen	106
Abb. 64:	ALVF-Fälle	106
Abb. 65:	Bestimmung R0-Wert, Betriebsdauer und Schadstoffinventar	107
Abb. 66:	Tabelle der K-Werte für Flächen und Volumen.....	108
Abb. 67:	Tabelle der K-Werte für „Transporteigenschaften“	109
Abb. 68:	Koeffizienten K „Bedeutung“	110
Abb. 69:	Tabelle der Schadstoffeigenschaften und Eignung für Sanierungstechnologien.....	113
Abb. 70:	Tabelle schadstoffspezifisches Migrationspotential.....	114
Abb. 71:	Tabelle der kf-Wert-Faktoren	114
Abb. 72:	Ergebnisse der Berechnungen für die ALVF –Gießerei-.....	116

Abb. 73:	Schichtenprofil für gewähltes Projektbeispiel.....	117
Abb. 74:	Tabelle der Eignung der Sanierungsverfahren in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone.....	118
Abb. 75:	Tabelle Punktwert Technologie bezogen auf die Flächengröße	118
Abb. 76:	Tabelle Punktwert für die Technologie bezogen auf die Tiefe der Kontamination	119
Abb. 77:	Tabelle Punktwert für die Technologie bezogen auf den kf-Wert der betroffenen Bodenschicht	119
Abb. 78:	Ergebnisse der Technologiebewertung nach Schadstoffen und Verfahren	120
Abb. 79:	Einheitspreise der Sanierungsverfahren	121
Abb. 80:	Berechnete Technologiebasiskosten	122
Abb. 81:	Prozentsätze der Sekundärleistungen	124
Abb. 82:	Bewertung Grundwasserreinigungsverfahren.....	127
Abb. 83:	Störpunktzahl Zs und Koeffizienten KZs zur Korrektur der Basiskosten Sondierung	129
Abb. 84:	Tiefenlage Bergungsobjekt und Koeffizienten KTg zur Korrektur der Basiskosten Bergung.....	129
Abb. 85:	Bsp. Honorarkostensätze nach Bezugskosten	131
Abb. 86:	Bsp. Honorarsätze nach Gesamtkosten „KOSAL“	132
Abb. 87:	Kostenanteile der einzelnen Leistungsphasen der Altlastenplanung	134
Abb. 88:	Kostenanteile der einzelnen Leistungsphasen der Rückbauplanung	136
Abb. 89:	Kostenanteile der einzelnen Leistungsphasen der Abfallwirtschaftsplanung	138
Abb. 90:	Auflistung wertbeeinflussender Faktoren von Grundstücken	142
Abb. 91:	Kriterien und Bewertungsansätze.....	146
Abb. 92:	Systemelemente mit kostenwirksamen Bestandteilen.....	150
Abb. 93:	Zuordnung der Kostenbestandteile Altlastenplanung zu den DIN-Positionen.....	151
Abb. 94:	Zuordnung der Kostenbestandteile Rückbau zu den DIN-Positionen	152
Abb. 95:	Formalbewertung Grundlagenermittlung Rückbauplanung	154
Abb. 96:	Grafische Form der Risikomodellierung von Sachverhalten.....	154
Abb. 97:	Funktionale Zuverlässigkeit –F-.....	156
Abb. 98:	Stoffmenge –M-	157
Abb. 99:	Betriebsdauer	159
Abb. 100:	Wertebereich der Kriterien	159

Abkürzungen

AG	Auftragnehmer
AHO	Ausschuss der Ingenieurverbände und Ingenieurkammern für die Honorarordnung e.V.
AN	Auftraggeber
AWK	Abfallwirtschaftskonzept
BauGB	Baugesetzbuch
BBodSchG	Bundesbodenschutzgesetz
BGF	Brutto-Grundfläche
BMVBM	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
BMZ	Baumassenzahl
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BRI	Brutto-Rauminhalt
DIN	Deutsches Institut für Industrienormung
EAK	Europäischer Abfallkatalog
FE	Forschung und Entwicklung
FF	Funktionsfläche
FNP	Flächennutzungsplan
FoVo	Forschungsvorhaben
GFZ	Geschossflächenzahl
GRZ	Grundflächenzahl
HE	Historische Erkundung
HKT	Hauptkostenträger
HOAI	Honorarordnung für Architekten und Ingenieure
ITVA	Ingenieurtechnischer Verband Altlasten
KEM	Kostenelementmethode
KGF	Konstruktions-Grundfläche
KGR	Kostengruppe
KOSAL	Kostenabschätzung bei der Altlastensanierung
KrW-/AbfG	Kreislaufwirtschaft-/Abfallgesetz
KTSt	Kostenträgerstelle
LPH	Leistungsphase
LUA NRW	Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen
NGF	Netto-Grundfläche
SMUL	Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft
StLB	Standardleistungsbuch für das Bauwesen
StLK	Standardleistungskatalog
SU	Sanierungsuntersuchung
TE	Technische Erkundung
TLG	Treuhand Liegenschaftsgesellschaft
UBA	Umweltbundesamt

VF	Verkehrsfläche
VOB	Verdingungsordnung für Bauleistungen
VOL	Verdingungsordnung für Leistungen
WertV	Wertermittlungsverordnung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz

1 Kurzdarstellung der wesentlichen Ergebnisse des Forschungsvorhabens

1.1 Ausgangssituation

Das Forschungsvorhaben mit dem Thema Fachinstrumente Flächenrecycling – Kostenermittlung für Flächenaufbereitung ist Teil eines Gesamtprogramms von Forschungsprojekten des Umweltbundesamtes, in dem Methoden und Instrumente im Handlungsfeld Flächenrecycling erforscht werden sollen, um die umweltpolitische Zielsetzung einer Reduzierung der Flächeninanspruchnahme des Naturraumes zu erreichen und dies durch notwendige Flächenbereitstellung zur Siedlungs-, Gewerbe- und Verkehrsraumentwicklung durch Brachflächenrecycling zu unterstützen.

Hierzu sollen Maßstäbe und Kostenermittlungsgrundlagen für die Flächenaufbereitung auf kontaminierten Standorten entwickelt werden, die sich an normierte Vorgänge eines ökologisch geprägten Baugeschehens orientieren.

1.2 Aufgabenstellung

Die Aufgabenstellung zum Vorhaben wird in komprimierter Form definiert durch:

- a) Methoden/ Systemkriterien zur Kostenermittlung für die Flächenaufbereitung zu entwickeln,
- b) ein dynamisches Instrumentarium zur planungs-, kosten- und rechtssicheren Entscheidungsfindung für Investitionen zu schaffen,
- c) Nutzung vorhandener Instrumentarien (AHO, HOAI, DIN 276) für ein tragfähiges Kostenmodell sowie eine Risikobetrachtung für die Kostensicherheit zu entwickeln,
- d) die Kostenermittlung als DV-technische Lösung zu entwickeln.

1.3 Lösungswege

Die Ergebnisse der Forschungsarbeit lassen sich in einzelnen Komplexen darstellen.

Methoden und Systemkriterien der Kostenermittlung wurden als organisatorischer und technischer Lösungsvorschlag erarbeitet. Zur organisatorischen Lösung der Kostenerfassung wurde die DIN 276 „Kosten im Hochbau“ auf die Belange des

Flächenrecyclings angepasst (ergänzt). Im Lösungsvorschlag sind Arbeitsbereiche integriert worden, die die Kostenerfassung und Darstellung der Kostenstrukturen ermöglichen. Die Bedingungen, die sich aus dem Anwendungsbereich der Norm ergeben und die Stellung der Flächenrecyclingmaßnahmen als Besondere Maßnahmen im Bezug zu den in der DIN vornehmlich betrachteten Hochbauleistungen als Allgemeine Maßnahme wurde insofern berücksichtigt, als das nur 2 Positionen des Flächenrecyclings die Kompetenz der Entscheidung durch den Normausschusses tangieren:

Nr. 215 Abfallwirtschaft

Nr. 216 Kampfmittelräumung

Eine offizielle Integrierung in die bestehende DIN 276 kann im Zuge der Novellierung der DIN, die für das Jahr 2004 vorgesehen ist, durch den Normenausschuss erfolgen

Die technische Lösung d) der Kostenermittlung wurde durch ein DV-technisches Projekt als Datenbanksystem entwickelt.

Bei Entwicklung waren bestimmte Umstände zu berücksichtigen, die signifikante Auswirkungen auf die Qualität und Quantität der Anforderungen an die Bearbeitung und das Datenmaterial stellten.

- a) Eine wesentliche Bedingung für die Lösung war die Tatsache, dass hier nicht der Versuch unternommen wurde, in die Kompetenz und in die Verantwortung der Fachplanungen einzugreifen oder diese teilweise oder vollständig ersetzen zu wollen. Diesbezügliche Erwartungshaltungen an das Produkt sind eindeutig auszuschließen.
- b) Wegen der großen Querschnittsanforderungen von Maßnahmen im Flächenrecycling, wie z. B. 4 mögliche Fachplanungsbereiche etc., mussten Kompromisse in der Tiefgründigkeit der Datenabfragen vorgenommen werden, da nicht unterstellt werden kann, dass Nutzer in allen Bereichen des Flächenrecyclings Spezialwissen besitzen. Dementsprechend wurden Vereinfachungen vereinbart.

- c) Der Zeitpunkt der Nutzung des Modells wurde in der Aufgabenstellung auf einen sehr frühen Termin angesetzt. Im engeren Sinne für die Phase der Prüfung einer Projektidee (Grundlage für Investitionsentscheidungen). Die Terminierung bedeutet, dass in dieser Phase kaum mit umfangreichem Datenmaterial zu rechnen ist, so dass sich die Kostenermittlung auf wenige Daten stützen muss. Diese Einschränkung bedeutet gleichzeitig, dass die Bewertung der Zuverlässigkeit der Ergebnisse nicht zu eng abgesteckt werden kann.

Im Ergebnis der Entwicklungen wurde ein Kalkulationsmodell geschaffen, welches ausgehend von der Berechnung der Aufwendungen der Baufeldfreimachung

Rückbau,

Altlastensanierung,

Abfallwirtschaft

und Kampfmittelräumung

als Primärkostenbestandteil und im rekursiven Verfahren mittels Koeffizienten den Kostenanteil der Planungskosten für die entsprechenden Bereiche ermittelt.

Für das Modul Kampfmittelräumung und –planung sind in der DV-technischen Lösung die Grundlagen eingearbeitet. Darauf aufbauend können Zahlenwerke des interministeriellen Arbeitskreises Munition (AHO-Entwurf) verwendet werden.

Die Forderung c) des Forschungsvorhabens, ein dynamisches Instrumentarium zur planungs-, kosten- und rechtssicheren Entscheidungsfindung für Investitionen zu schaffen, muss als generalisierte Forderung grundsätzlich kritisch betrachtet werden. Diese Forderungen können nur relativ zum Projektstand betrachtet werden, da in jeder Phase der Projektarbeit, beginnend bei der Projektidee bis zur Fertigstellung des Vorhabens, andere Maßstäbe, Normen und Bedingungen wirken.

Anforderungen an die Projektbearbeitung

Die Bearbeitung von Projekten setzt bestimmte Mindestanforderungen voraus. Diese betreffen sowohl die Datenmenge und -qualität als auch bestimmte Fachkenntnisse der betroffenen Bereiche Planung und Ausführung.

In Kurzform werden folgende Daten benötigt:

Altlasten: Grundkenntnisse der Altlastensanierung einschließlich der Sanierungstechnologien und der Methodik der Formalen Erstbewertung von Altlastenverdachtsfällen, Angabe eines typischen Schichtenprofils nach Hauptbodenarten und Schichtmächtigkeit sowie Angaben zum Grundwasserflurabstand und -mächtigkeit, Entscheidungsfähigkeit zur Beurteilung der generellen Machbarkeit von On-site-Maßnahmen oder Sicherungsmaßnahmen auf dem Grundstück.

Rückbau:

Gebäude: Angaben zum Brutto-Rauminhalt, bebaute Fläche, Höhe, Decken- und Wandstärke sowie konstruktiver Aufbau und Nutzung des Gebäudes,

Flächen: Art der Nutzung, Länge und Breite oder Flächenangabe, baulicher Aufbau (Materialart der Deck- und Tragschicht),

Leitungssysteme: Leitungstyp (Medium), Länge, Leitungsdurchmesser, Leitungsmaterial, Verlegetiefe, ggf. Angaben zum Leitungskanal oder einer Aufständigung,

Sonderbauwerke: Bauwerksart, konstruktive Merkmale, Höhen, Wandstärken und Materialarten, ggf. Füllmengen für Behälter und Becken

Abfallwirtschaft: Kenntnisse der Abfallarten, ggf. eigenständige Ermittlung von nicht automatisiert ermittelten Abfallmengen, Grundsätze der Entsorgungsvorgänge.

Kampfmittel: Der Datenbedarf kann gegenwärtig noch nicht abschließend bestimmt werden, da z. Zt. Die Diskussion in den entsprechenden Gremien noch andauert.

Übergreifend sind Kenntnisse der Kosten für ausgewählter Bau-, Altlastensanierungs-, Kampfmittelräum-, und Entsorgungsleistungen für das jeweilige Projektgebiet erforderlich.

Die letzte Bedingung ist für die Belastbarkeit der Kostenermittlungen von wesentlicher Bedeutung. Obwohl die meisten Kostenangaben im Projekt als Voreinstellungen vorhanden sind, ist eine Pflege der Kostenbasis unbedingt erforderlich, da bundesweit erhebliche Preisunterschiede festzustellen sind.

Ergebnisdarstellung

Die Ergebnisse der Kostenermittlung werden in den einzelnen Modulen in diversen Projektberichten als Bildschirmansicht und im Print bereitgestellt.

Kernbericht ist der Kostenrahmen auf Grundlage der Struktur der DIN 276 Flächenrecycling.

Zusätzlich werden für alle kostenrelevanten Bestandteile Einzelberichte angeboten, die sowohl die grundsätzlich die Objektdaten als auch die Teil- und Gesamtkosten in Listenform darstellen.

Als „besondere Leistung“ wurde für alle Fachplanungsbereiche die Möglichkeit geschaffen die pauschalen Kostenkennwerte von Planungsphasen in Form von Leistungsverzeichnissen planerisch zu untersetzen. Als Hilfsmittel stehen vereinfachte Standardleistungsbücher (Stammdaten) zur Verfügung. Das notwendige Fachwissen vorausgesetzt, wird der Nutzer in die Lage versetzt Folgeschritte der Planung in Leistungspositionen umzusetzen und diese mengen- und kostenseitig zu kalkulieren. Dieses Hilfsmittel greift zwar einer Entscheidung über die Durchführbarkeit vor ist aber im Sinne eines schnellen, vorbereiteten Übergangs zur 1. Phase der Fachplanungen durchaus nützlich. Gleichzeitig stehen erste Angaben für die Mittelabflussplanung zur Verfügung. Die Nutzung dieser Dienste ist optional.

2 Aufgabenstellung und Gegenstand

2.1 Aufgabenstellung

Das beauftragte Forschungsvorhaben "Fachinstrumente Flächenrecycling – Kostenermittlung für Flächenaufbereitung" thematisiert Methoden und Systemkriterien zur

Kostenermittlung für die Flächenaufbereitung mit dem Ziel, ein dynamisches Instrumentarium zur planungs-, kosten- und rechtssicheren Entscheidungsfindung für Investitionen auf Brachflächen zu schaffen. Auf Grundlage vorhandener Checklisten und Instrumentarien für die Kostenermittlung im Bereich Altlastensanierung des Ausschusses der Ingenieurverbände und Ingenieurkammern für die Honorarordnung e.V. (AHO), der Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI) als auch der DIN 276 des Deutschen Institutes für Industrienormung wird ein tragfähiges Kostenmodell errichtet.

Im Berichtsteil wird zunächst ein Basisinstrument zur Kostenerfassung auf Grundlage der DIN 276 „Kosten im Hochbau“ entworfen. Dieses Kostenerfassungssystem stellt grundlegende Anforderungen an die Fachplanung, ist aber nicht als Fachsystem im eigentlichen Sinne zu verstehen, sondern dient ausschließlich der Kostenermittlung und dem Kostenmanagement.

Anschließend wird ein Datenbank basierter Systemvorschlag erarbeitet, der unter Abfrage von Sachdaten und begleitenden Parametern eine Kostensimulation verschiedenster Flächenrecyclingszenarien ermöglicht.

Das Forschungsvorhaben fordert als weiteres Aufgabenfeld die Ermittlung des Risikos der Kostenabschätzung.

2.2 Rahmenbedingungen, Abgrenzungen, Thesen

Die Aufgabenstellung des Forschungsvorhabens bezieht sich auf ein System der Ermittlung von Herrichtungskosten von Brachflächen im Flächenrecycling auf Grundlage gültiger Gesetze, Vorschriften, Normen und Regelwerken.

Das zu entwickelnde System versucht das bestehende Normierungswerk zu systematisieren, um einheitliche und abgestimmte Vorgehensweisen im Gesamtprozess des Flächenrecyclings zu erzeugen.

Das System soll mit dem Ziel der zunehmenden Kostensicherheit in Aussagequalität und -quantität mehrstufig sein.

These-1: Die Kostenerfassung selbst ist ein formalisierbares System, welches aufgrund der großen Anzahl von spezialisierten Fachbereichen in den

Ingenieur- aber auch in den gewerblichen Leistungen nur von den Fachbereichen selbst mit ausreichender Genauigkeit gepflegt werden kann.

These-2: Die Kostensicherheit ist direkt proportional der aufgewendeten Untersuchungs- und Planungsaktivitäten.

These-3: Die planerische Kostensicherheit ist immer relativ und wird bei komplexen Aufgaben im Flächenrecycling kaum mit der Kostenfeststellung deckungsgleich sein. Damit ist die planerische Kostensicherheit ein zufälliges Moment mit einem anzustrebenden, möglichst engen Bereich der Eintrittswahrscheinlichkeit.

3 Begriffe, Definitionen, Abkürzungen

3.1 Grundlagen

Die verschiedenen Ansichten, Erfahrungen und Verwendungen von Begriffen aus syntaktischer oder umgangssprachlicher Sicht machen eine Darstellung von Begriffen erforderlich, um ein einheitliches Verwenden und Interpretieren der nachfolgenden Sachverhalte zu ermöglichen.

Die Definitionen stellen keinen Versuch dar, alle Sachverhalte allgemeinverbindlich festzuschreiben. Sie sind vielmehr dazu gedacht, den Rahmen der Forschungsergebnisse hinsichtlich vereinbarter Begriffsinhalte abzustecken und die begrifflichen Inhalte abzugrenzen. Die Definitionen sind insofern ausschließlich für die folgende Problemdiskussion relevant. Sollten diese Begriffsbestimmungen Anlass zu einer weiterführenden, fachlich-inhaltlichen Diskussion werden, so ist das von den Autoren gewollte Absicht, da die Eindeutigkeit und die interdisziplinäre Abstimmung zu Begriffen und deren Inhalten durchaus vertieft werden sollte.

Aufgrund der Thematik des Forschungsvorhabens werden in der Regel Begriffe aus den entsprechenden Fachbereichen, Gesetzen, Verordnungen oder auch Publikationen verwendet. Sofern es unveränderte Übernahmen sind, so ist die Quelle angegeben. Wurde die Quellenangabe nur sinngemäß zitiert oder gekürzt wiedergegeben, so gilt der Verweis auf das Literaturverzeichnis. Die Vielzahl von verschiedenen Veröffentlichungen und die kaum recherchierbare Vollständigkeit eines Quellenschutzes bedingt, dass ausschließlich Urheberschutz auf die im Literaturverzeichnis gelisteten Quellen gewährleistet werden kann.

3.2 Begriffe

3.2.1 Rechnungswesen

Hinsichtlich der umgangssprachlichen Verwendung von Begriffen des Rechnungswesens werden Begriffe und Begriffskombinationen verwendet, die zwar allgemeinverständlich sind und in den Diskussionen kaum Verständigungsprobleme erzeugen,

aber auch teilweise falsch angewendet werden. Ein typisches Beispiel ist die Verwendung der Begriffskombination: **Kosten und Erlöse**.

In Olfert (1987) bilden folgende Begriffe des Rechnungswesens syntaktische Einheiten:

- Auszahlungen und Einzahlungen,
- Ausgaben und Einnahmen,
- Aufwendungen und Erträge,
- Kosten und Leistungen.

Nach Ansicht der Autoren wird insbesondere der Begriff Kosten häufig in eine andere syntaktische Einheit gestellt, als es definitionsgemäß richtig ist.

Ohne auf die detaillierte Darstellung der Zusammenhänge einzugehen, werden weitere Definitionen aus Olfert (1997) verwendet:

Def. 1 Aufwendungen:

Aufwendungen sind der Werteverzehr für Güter und Dienstleistungen innerhalb einer bestimmten Rechnungsperiode, die nicht nur der Erfüllung des Betriebszweckes, also der Leistungserstellung und Leistungsverwertung, dienen.

Auf die Forschungsaufgabe übertragen heißt das:

Der Betriebszweck wird mit der Herrichtung eines Grundstücks definiert. Die Rechnungsperiode ist der Zeitraum vom Beginn der Herrichtungsabsicht bis zu Realisierung der Herrichtung einschließlich Verkauf oder eigener Folgenutzung.

Def. 2 Erträge:

Erträge sind der Wertzuwachs durch erstellte Güter und Dienstleistungen innerhalb einer bestimmten Rechnungsperiode, die nicht nur der Erfüllung des Betriebszweckes, also der Leistungserstellung und Leistungsverwertung, dienen.

Def. 3 Kosten:

Kosten sind allgemein der wertmäßige Verzehr von Produktionsfaktoren zur Leistungserstellung und Leistungsverwertung sowie zur Sicherung der dafür

notwendigen betrieblichen Kapazitäten.

Def. 4 Leistungen:

Leistungen sind das Ergebnis der betrieblichen Faktorenkombination und somit die in Erfüllung des Betriebszweckes erstellten Güter oder Dienstleistungen.

Für die Aufgaben des Forschungsvorhabens wird auf Grundlage obiger allgemeiner Definitionen gearbeitet, deren Zusammenhang wir folgt beschrieben wird.

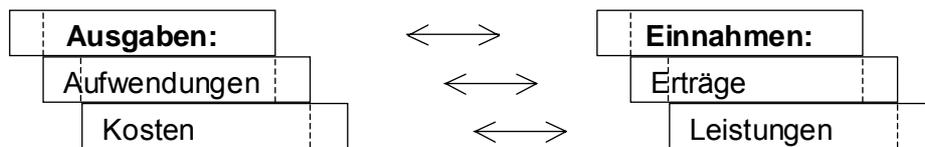


Abb. 1: Zusammenhang der Begriffe im Rechnungswesen

Wesentlich ist die Handhabung des Kostenbegriffs, der letztlich aus Sicht des Rechnungswesens die Position darstellt, die zur Ermittlung der Aufwendungen einer Flächenrecyclingmaßnahme notwendig werden.

Für das Rechnungswesen im Flächenrecycling werden folgende Begriffe definiert:

Def. 5 Ausgaben im Flächenrecycling:

Ausgaben im Flächenrecycling sind Aufwendungen, in der Hauptsache Kosten, für Güter, Leistungen und Aufgaben, die für die Planung, Durchführung und Administration von Flächenrecyclingmaßnahmen notwendig sind.

Def. 6 Einnahmen im Flächenrecycling:

Einnahmen im Flächenrecycling sind Erträge aus den verwertbaren Leistungen des Flächenrecyclings sowie Einnahmen aus der Verwertung der recycelten Fläche einschließlich Zuschüsse und Fördermittel.

3.2.2 Begriffe aus der Wertermittlung

Die Begriffe zur Wertermittlung sind aus Klocke (1990), dem BauGB und der WertV entnommen.

Def. 7 Grundstück:

Ein Grundstück ist jeder katastermäßig vermessene Teil der Erdoberfläche, der im Grundbuch entweder auf einem besonderen Grundbuchblatt oder unter einer eigenen Nummer (...) geführt wird. Das Grundstück umfasst den Grund und Boden mit allen seinen Bestandteilen. Dazu gehören vor allem die Gebäude, die Außenanlagen und die sonstigen baulichen Anlagen. [Klocke 1990, S. 12]

Def. 8 Grundstückszustand:

Der Zustand eines Grundstücks bestimmt sich nach der Gesamtheit der verkehrswertbeeinflussenden rechtlichen Gegebenheiten und tatsächlichen Eigenschaften, der sonstigen Beschaffenheit und der Lage des Grundstücks. Es bestimmt sich aus: Entwicklungszustand, Art und Maß der baulichen Nutzung, wertbeeinflussende Rechte und Belastungen, beitrags- und abgaberechtlicher Zustand, Wartezeit bis zur baulichen oder sonstigen Nutzung, Beschaffenheit und Eigenschaften des Grundstücks, Lagemerkmale. [Klocke 1990, S. 16]

Def. 9 Verkehrswert:

Der Verkehrswert wird gemäß BauGB § 194 durch den Preis bestimmt, der in dem Zeitpunkt, auf den sich die Ermittlung bezieht, im gewöhnlichen Geschäftsverkehr nach den rechtlichen Gegebenheiten und tatsächlichen Eigenschaften, der sonstigen Beschaffenheit und der Lage des Grundstücks oder des sonstigen Gegenstandes der Wertermittlung ohne Rücksicht auf ungewöhnliche oder persönliche Verhältnisse zu erzielen wäre.

Die Ermittlung des Verkehrswertes [§7 WertV] erfolgt über das Vergleichsverfahren (§§ 13, 14), das Ertragswertverfahren (§§ 15 bis 20), das Sachwertverfahren (§§ 21 bis 25) oder mehrere Verfahren.

3.2.3 Begriffe der DIN 277

Die folgenden Begriffe sind der DIN 277 „Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau“ entnommen.

Def. 10 Brutto-Grundfläche (BGF):

Die Brutto-Grundfläche ist die Summe der Grundflächen aller Geschossebenen eines Bauwerks. Nicht dazu gehören die Grundflächen von nicht nutzbaren Dachflächen und konstruktiv bedingten Hohlräumen,... Die BGF gliedert sich in Konstruktions- und Nettogrundfläche. [DIN 277 Pkt. 2.1]

Def. 11 Konstruktions-Grundfläche (KGF):

Die Konstruktions-Grundfläche ist die Summe der Grundflächen der aufgehenden Bauteile eines Bauwerkes, z. B. von Wänden, Stützen und Pfeilern. [DIN 277 Pkt. 2.2]

Def. 12 Netto-Grundfläche (NGF):

Die Netto-Grundfläche ist die Summe der nutzbaren, zwischen den aufgehenden Bauteilen befindliche Grundflächen aller Grundrissebenen eines Bauwerks [DIN 277 Pkt. 2.3]. Die NGF gliedert sich in Nutzfläche (NF), Funktionsfläche (FF) und Verkehrsfläche (VF).

Def. 13 Brutto-Rauminhalt (BRI):

Der Brutto-Rauminhalt ist der Rauminhalt des Baukörpers, der nach unten von der Unterfläche der konstruktiven Bauwerkssohle und im Übrigen von den äußeren Begrenzungsflächen des Bauwerks umschlossen wird. Nicht zum BRI gehören die Rauminhalte von Fundamenten, Bauteilen, soweit sie für den BRI von untergeordneter Bedeutung sind..., untergeordnete Bauteile, wie z. B. konstruktive oder gestalterische Vor- oder Rücksprünge... [DIN 277 Pkt. 2.7]

3.2.4 Begriffe des Baugesetzbuches, Baunutzungsverordnung

Folgende drei Begriffe sind dem Baugesetzbuch und der Baunutzungsverordnung entnommen.

Def. 14 Geschossflächenzahl (GFZ):

Die Geschossflächenzahl gibt an, wie viel m² Geschossfläche pro m² Grundstücksfläche zulässig sind.

Def. 15 Grundflächenzahl (GRZ):

Die Grundflächenzahl gibt an, wie viel m² bebaute Grundfläche je m² Grundstücksfläche zulässig sind.

Def. 16 Die Baumassenzahl (BMZ):

Die Baumassenzahl gibt an, wieviele m³ Baumasse je m² Grundstücksfläche zulässig sind.

4 Normen, Vorschriften und Anwendbarkeiten

4.1 DIN 276 – Begriffe und Anwendung im Flächenrecycling

Def. 1 Zweck (DIN 276 Pkt 3.1.1)

Kostenermittlungen dienen als Grundlage für die Kostenkontrolle, für Planungs-, Vergabe- und Ausführungsentscheidungen sowie zum Nachweis der entstandenen Kosten

Die DIN 276 hat hinsichtlich ihrer Anwendung eine rechtsverbindliche Stellung.

Gemäß der Zweckbestimmung ist abzuleiten, dass der Kernaussage obiger Definition folgend, die DIN 276 ein

ENTSCHEIDUNGSMITTEL

und in der letzten Stufe ein Nachweisinstrument ist. Daraus folgt, dass diese Norm dem Bauherrn oder dessen Entscheidungsträger strukturierte und vergleichbare Entscheidungsgrundlagen zur Verfügung zu stellen hat. Die Hauptform der Entscheidungsgrundlagen bilden dabei die Kosten.

Die DIN 276 entspricht der Aufgabe Entscheidungsmittel zu sein auch dadurch, dass sich der Entscheidungsträger nicht übergebürlich mit technischen oder fachlichen Details auseinander setzen muss, sondern die Kostenstrukturen auf die wesentlichen, begrifflich dargestellten Aspekte der Norm reduziert werden.

Es ist somit zu unterstellen, dass die DIN 276 nicht auf die technischen- sondern auf die kostenseitigen Aspekte abstellt.

Damit besitzt der Entscheidungsträger primär die wirtschaftlichen Kennziffern als Grundlage für Entscheidungen.

Die Intention des Normungsausschusses geht wahrscheinlich davon aus, dass ein Entscheidungsträger eher die Frage beantwortet haben will, was eine Maßnahme kostet ehe er ggf. bei entsprechender fachlicher Kenntnis die Frage nach den technischen Details stellt.

Es ist in jedem Fall klar, dass sich technische Details in den Kosten widerspiegeln, da diese die übergeordnete Komponente darstellen, sozusagen einen einheitlichen Abstraktionsgrad oberhalb technischer Details erlangen.

Aufgrund der Vielfalt der entstehenden Kosten wird nachfolgend auf den Inhalten der DIN 276 „Kosten im Hochbau“ basierend ein Systemvorschlag für die Projektkostenstruktur erarbeitet.

Die DIN 276 ist hinsichtlich der Anwendbarkeit auf Flächenrecyclingmaßnahmen nur bedingt geeignet. Wie im Namen der Vorschrift ausgedrückt, wurde die Norm für Hochbauten entwickelt. Deshalb finden die Aufgaben des Flächenrecyclings nur bedingt Würdigung, zumal die Aktualisierung von 1993 den sich erst entwickelnden Flächenrecyclinganspruch noch nicht genügend berücksichtigen konnte.

Trotzdem ist die DIN 276 ein wichtiges strukturelles Mittel, um die Aufgabenstellung des Forschungsvorhabens zu lösen. Insbesondere die Begriffswelt der Norm wird für die Problemlösung von wesentlicher Bedeutung sein.

In Anwendung der Begriffe geht es in der nachfolgenden Übersicht darum die Bestimmungen der DIN 276 auf die Anforderungen der Flächenrecyclingmaßnahmen auszuweiten und anzupassen.

Die Definitionen sind in der Absicht entwickelt worden, die Erfordernisse des Flächenrecyclings zu integrieren und gleichzeitig eine Abgrenzung von Leistungen darzustellen. Letztere Absicht basiert auf der Auswertung der Inhalte der DIN 276 und der Feststellung, dass Leistungen aus der Sicht der Hochbauanforderungen richtig gruppiert wurden, aber aus Sicht des Forschungsvorhabens für die speziellen Kostenkennwerte des Flächenrecyclings nicht ausreichen.

Im Hinblick auf die Begriffsdefinition aus dem Rechnungswesen ist anzumerken, dass die DIN 276 ausschließlich vom Begriff Kosten geprägt ist. Richtig angewendet wäre jedoch der Begriff Aufwand, da nicht ausschließlich Kosten im Sinne der genauen Definition entstehen. Konsequenter Weise sollte der Begriff Aufwand die DIN 276 prägen, was aber aus Sicht der Autoren nur der Vollständigkeit halber erwähnt wird. Für die Forschungsaufgabe gilt die Vereinbarung, dass mit dem Begriff Kosten im erweiterten Sinn die Aufwendungen zu verstehen sind.

Def. 17 Kosten im Hochbau:

Kosten im Hochbau sind alle Aufwendungen für Güter, Leistungen und Aufgaben, die für die Planung und Ausführung von Baumaßnahmen erforderlich sind (DIN 276 Pkt. 2.1).

Def. 18 Kosten im Flächenrecycling:

Kosten im Flächenrecycling sind alle Aufwendungen, die für Güter, Leistungen und Aufgaben, die für die Administration, Planung und Ausführung von Herrichtungsmaßnahmen im Flächenrecycling erforderlich sind.

Def. 19 Kostenplanung:

Eine Kostenplanung ist die Gesamtheit aller Maßnahmen der Kostenermittlung, der Kostenkontrolle und Kostensteuerung (DIN 276 Pkt. 2.2).

Def. 20 Kostenschätzung:

Eine Kostenschätzung ist die überschlägige Ermittlung der Kosten (DIN 276 Pkt. 2.3.1).

Def. 21 Kostenberechnung:

Eine Kostenberechnung ist die angenäherte Ermittlung der Kosten (DIN 276 Pkt. 2.3.2).

Def. 22 Kostenanschlag:

Ein Kostenanschlag ist die möglichst genaue Ermittlung der Kosten (DIN 276 Pkt. 2.3.3).

Def. 23 Kostenfeststellung:

Eine Kostenfeststellung ist die Ermittlung der tatsächlich entstandenen Kosten (DIN 276 Pkt. 2.3.4).

Def. 24 Kostensteuerung:

Eine Kostensteuerung ist das gezielte Eingreifen in die Entwicklung der Kosten insbesondere bei Abweichungen, die durch die Kostenermittlung festgestellt wurden

(DIN 276 Pkt. 2.5).

Die Begriffe der Kostenermittlung nach DIN 276 Pkt. 2.3.1 bis 2.3.4 sind Kategorien, die über die Qualität der Kostenermittlung Aussagen treffen. Der Punkt 2.5 betrifft das Kostenmanagement.

Diese Qualität soll durch eine normierte Gliederung der Kosten erreicht werden.

Def. 25 Kostengliederung:

Eine Kostengliederung ist die Ordnungsstruktur, nach der die Gesamtkosten einer Baumaßnahme in Kostengruppen unterteilt werden (DIN 276 Pkt. 2.7).

Def. 26 Kostengruppe:

Eine Kostengruppe ist die Zusammenfassung einzelner nach Kriterien der Planung oder des Projektablaufes zusammengehörender Kosten (DIN 276 Pkt. 2.8).

Die DIN 276 unterscheidet in der Kostengliederung 3 Ebenen. Verbunden mit diesen Ebenen sind die Qualitäten der Kostenermittlungen und gleichzeitig in Anwendung der HOAI auch erforderliche Leistungsstände der Planungsaufgaben. Um eine systematische Einordnung vorzunehmen, sind vorerst die Angaben der DIN 276 darzustellen. Der Aufbau der Kostengliederung wird im Punkt 4 ff. der DIN 276 definiert. Wesentlich ist die 3-Ebenen-Struktur, die sich durch eine 3-stellige Ordnungszahl darstellt.

Ein Problem der DIN 276 besteht darin, dass die Ebenen nicht explizit eine besondere Benennung erfahren, so dass nur von 1. bis 3. Ebene der Kostengliederung gesprochen werden kann. Weiterhin ist zu anmerken, dass die Aufgaben und Leistungen der Ebenen nicht in diverse weitere Gliederungen unterteilt werden.

Die beiden nachfolgend dargestellten Abbildungen enthalten die 1. und die 2. Ebene der Kostengliederung aus der Vorschrift der DIN 276.

1.	2.	3.	Bezeichnung
1	0	0	Grundstück
2	0	0	Herrichten und Erschließen
3	0	0	Bauwerk – Baukonstruktion
4	0	0	Bauwerk – Technische Anlagen
5	0	0	Außenanlagen
6	0	0	Ausstattung und Kunstwerke
7	0	0	Baunebenkosten

Abb. 2: 1. Ebene der Kostengliederung DIN 276

Die 1. Ebene der Kostengliederung wird ausschließlich an der Hunderter-Stelle der dreistelligen Ziffernfolge sichtbar. Analog zur Ordnungszahl der Zehner-Stelle wird die 2. Ebene und mit der Einer-Stelle die 3. Ebene der Kostengliederung definiert. Am Beispiel der Gruppe 200 wird die Struktur dargestellt.

KGr 1.	KGr 2.	KGr 3.	Bezeichnung
2	0	0	Herrichten und Erschließen
2	1	0	Herrichten
2	1	1	Sicherungsmaßnahmen
2	1	2	Abbruchmaßnahmen
2	1	3	Altlastenbeseitigung
2	1	4	Herrichten der Geländeoberfläche
2	1	9	Herrichten, sonstiges
2	2	0	Öffentliche Erschließung
2	3	0	Nichtöffentliche Erschließung
2	4	0	Ausgleichsabgaben

Abb. 3: Kostengliederung DIN 276 bis 3. Ebene

Die Inhalte der Kostengruppe werden nun nicht weiter in strukturelle Objekte gegliedert. Die DIN 276 definiert lediglich im Punkt 4.3 Tabelle 1 in der Spalte Anmerkungen, welche Leistungen der Kostengruppe zuzuordnen sind.

Die Kostengruppe 212 z.B. beinhaltet:

2 1 2	Abbruchmaßnahmen	Abbrechen und Beseitigen von vorhandenen Bauwerken, Ver- und Entsorgungsleitungen sowie Verkehrsanlagen
--------------	-------------------------	---

Abb. 4: Beispiel für die Aufgaben und Leistungen einer Kostengruppe nach DIN 276

Nach Ansicht der Autoren ist eine weitere Differenzierung erforderlich, um eine strukturierte Kostenerfassung zu gewährleisten.

Sinnvoll erscheint die Einführung von **Kostenträgern**. Diese Kostenträger stellen die Beschreibung der Kostengruppe hinsichtlich der Strukturierung zur weiteren Untersetzung des Kostengliederungssystems der DIN 276 dar.

Def. 27 Kostenträger:

Kostenträger beinhalten die zuordnungsfähigen Kosten der nach der 3. Ebene der Kostengliederung nach DIN 276 dargestellten Leistungen. Die Kostenträgerstruktur wird mit einer 5-stelligen Ziffer dargestellt.

Kostengruppe			-	Kostenträger						
1. Ebene	2. Ebene	3. Ebene		Hauptkosten-träger (HKT)	Kostenträger-gruppe (KTG)	Kostenträger-stelle (KTSt)		Maßnahme	Gewerk	Leistung
2	1	6	-	1	0	0	-	0	0	

Abb. 5: Systemvorschlag der Kostenträgergliederung

KGr 1.	KGr 2.	KGr 3.		HKT	KTG	KTSt		Gewerk	Gewerk	Bezeichnung
2	0	0	-							Herrichten und Erschließen
2	1	0								Herrichten
2	1	2								Abbruchmaßnahmen
2	1	2	-	1	0	0	-	0	0	Abbruch Gebäude, bauliche Anlagen

Abb. 6: Beispiel zur Erweiterung der Kostengliederung nach DIN 276 durch Kostenträger

Der Vorschlag stellt eine Ergänzung der DIN um den Begriff der Kostenträger dar. Die vollständige Auflistung der Änderungen und Ergänzungen folgt.

4.2 Honorarordnung für Architekten und Ingenieure (HOAI)

Die HOAI, als normiertes Mittel für die Leistungsinhalte, Abläufe und Honorare von Architekten- und Ingenieuraufgaben, umfasst folgende grundlegende Phasen:

Leistungsphasen	0.1 Grundlagenermittlung
	0.2 Vorplanung
	0.3 Entwurfsplanung
	0.4 Genehmigungsplanung
	0.5 Ausführungsplanung
	0.6 Vorbereitung der Vergabe
	0.7 Mitwirkung bei der Vergabe
	0.8 Bauleitung
	0.9 Abschluss und Dokumentation

Abb. 7: Leistungsphasen gem. HOAI

Hinsichtlich der Planungsbereiche werden durch die HOAI folgende Unterscheidungen getroffen:

Leistungsbereiche	1.1 Gebäude
--------------------------	-------------

- 1.2 Freianlagen
- 1.3 Raumbildende Ausbauten
- 1.4 Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen
- 1.5 Tragwerksplanung
- 1.6 Technische Ausrüstung
- 1.7 Thermische Bauphysik
- 1.8 Schallschutz und Raumakustik
- 1.9 Bodenmechanik, Grund- und Erdbau
- 2.0 Vermessung
- 2.1 Flächennutzungsplan
- 2.2 Bebauungsplan
- 2.3 Grünordnungs- und Landschaftsplan

Abb. 8: Leistungsbereiche

Alle Bereiche der HOAI wurden mit Leistungsbildern, die sich in Standard- und besondere Leistungen gliedern, ausgestattet und legen einen verbindlichen Leistungsumfang fest.

Bezogen auf die Aufgaben des Forschungsvorhabens ist sichtbar, dass es keine expliziten Planungsbereiche für Altlasten, Rückbau, Kampfmittel und Abfallwirtschaft gibt. Dieser Mangel, so die Annahme der Autoren, begründet sich aus der historischen Entwicklung. Erst in den letzten Jahren entstanden qualifizierte Anforderungen an Planungsleistungen aus der komplexen Sicht altlastenbetroffener und brachgefallener Liegenschaften, die mit einer zunehmend gesetzlich normierten Vertiefung der fachlichen Anforderungen (wie z.B. aus KrW-/AbfG, BBodSchG, BBodSchV) einhergehen.

Unabhängig von der derzeitigen Praxis bei der Anwendung von Honorarfestlegungen der HOAI, muss festgestellt werden, dass diese Norm hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit und der Vereinheitlichung von Leistungen einschließlich der Allgemeinverbindlichkeit in der Anerkennung der Leistungsinhalte das wichtigste Regelwerk für Planungsleistungen darstellt. Insofern ist es Teilaufgabe des Forschungsvorhabens,

andere Regelwerke zu implementieren, damit die Einheitlichkeit von Planungsabläufen im Prozess des Flächenrecyclings gewahrt werden kann.

4.3 Wertermittlungsverordnung

Die Kategorie der Wertermittlung von Grundstücken liefert einen weiteren Komplex anwendbarer und nutzbarer Datenmengen. Im Grundstücksverkehr spielt die Wertermittlungsverordnung eine wesentliche Rolle, indem dort der Wert eines Grundstücks bemessen wird. Die Wertermittlung von Grundstücken ist somit hinsichtlich der Kosten für den Grundstücksmarkt eine entscheidende Quelle für Investitionsentscheidungen.

In der jüngeren Vergangenheit treten jedoch deutliche Probleme in der Wertermittlungspraxis zutage, die hauptsächlich in der Anwendung der wertbeeinflussenden Faktoren von Altlasten bzw. schädlichen Bodenverunreinigungen liegen. Gleichfalls ist anzumerken, dass die qualifizierte Einschätzung von Abrisskosten insbesondere bei großflächig bebauten Liegenschaften verbessert werden kann.

Bei den wertmindernden Lasten durch schädliche Bodenverunreinigungen kann nach Ansicht der Autoren derzeit nicht davon ausgegangen werden, dass Sachverständige für Wertermittlung gleichzeitig ausreichend Sachkenntnisse für die Altlastensanierung einschließlich abfallwirtschaftlicher Probleme in persona vereinigen. Die Regel wird sein, dass externer Sachverstand zur Beurteilung der wertmindernden Faktoren benötigt wird. Damit stellt sich ein gesetzgeberisches Problem dar, welches heute noch nicht verbindlich geregelt ist.

Unabhängig von den kritischen Anmerkungen sind die Daten der Wertermittlung von Grundstücken für die Aufgaben des Forschungsvorhabens von wesentlicher Bedeutung. Insbesondere bei der qualifizierten Ausführung der DIN 277 „Grundflächen und Rauminhalte bei Hochbauten“ und der fundierten Ermittlung des Bodenwertes stehen wichtige Daten für andere Planungsbereiche zur Verfügung.

4.4 AHO-Entwurf Altlasten

Im Gegensatz zu den Handlungsfeldern Rückbau, Abfallwirtschaft und Kampfmittel erfuhr der Bereich Altlasten mit dem Entwurf der AHO-Kommission explizit Würdigung

durch die Erstellung von allgemeinverbindlichen Leistungsinhalten, Leistungsphasen und Honorarkennwerten für die planerischen Aufgaben der Altlastensanierung.

Die AHO unterscheidet in die nachfolgend dargestellten Leistungsphasen:

Leistungsphasen	Historische Erkundung
	Technische Erkundung
	Sanierungsuntersuchung
	Sanierungsplanung und Überwachung
	Fachgutachterliche Begleitung
	Oberleitung und Dokumentation

Abb. 9: Leistungsphasen gem. AHO-Entwurf

Unverkennbar ist der Versuch, in Anlehnung an die HOAI ein ähnliches Regelwerk zu schaffen und einzuführen. In Hinblick auf das Forschungsvorhaben ist anzumerken, dass die Struktur der Leistungsphasen nicht mit der HOAI übereinstimmt und damit Vereinheitlichungsbedarf gegeben ist.

4.5 Sonstige Angaben

4.5.1 Rückbauplanung

Für die Rückbauplanung existiert kein anerkanntes Regelwerk. Hinsichtlich der Rückbauplanung besteht keine Norm, was in der Praxis sowohl in der Würdigung der Leistung hinsichtlich fachlich-inhaltlicher Anforderungen als auch in Würdigung der kostenseitigen Parameter (Honorar) Probleme erzeugt.

Um den Anforderungen des Forschungsvorhabens zu entsprechen und eine abgestimmte, inhaltliche und zeitliche Abfolge von Planungsleistungen einschließlich der Qualität und Quantität der Daten zu generieren, ist es erforderlich, Rückbauplanungsleistungen analog zur HOAI und AHO zu strukturieren. Zu berücksichtigen sind dabei Schnittmengen, die sowohl aus der HOAI- als auch aus der AHO-Planung entstehen können. Eine Abstimmung bei gleichzeitiger Vergabe von Leistungen ist deshalb erforderlich.

4.5.2 Abfallwirtschaftsplanung

Das KrW-/AbfG und seine untergesetzlichen Regelwerke, z.B. die Abfallwirtschaftskonzept- und -bilanzverordnung, legen bei der Abfallwirtschaftsplanung neue

Maßstäbe an. Es erscheint aus Sicht der Verordnung unumgänglich, bei Vorhaben des Flächenrecyclings die Aufgaben zur Standardleistung zu definieren, da davon ausgegangen werden kann, dass die Pflicht des Abfallerzeugers zur Konzepterstellung und Bilanzierung des Bauvorhabens entstehen wird (Abfallmengen).

Im Zusammenhang mit den Aufgaben des Flächenrecyclings sind davon alle Bereiche der Baufeldherrichtung und des Neubaus betroffen, da diese als potentielle Abfallquellen zu definieren sind.

Diskutabel ist die Fragestellung, ob die Abfallwirtschaftsplanung für einzelne Bereiche oder als zentrale Aufgabenstellung zu definieren ist. Unabhängig von der personellen oder organisatorischen Lösung dieser Fragestellung erscheint es sinnvoll, die Aufgaben der Abfallwirtschaft, zumindest aus der Sicht der Kostenerfassung, separat zu implementieren, da die Dimensionen insbesondere bei der Herrichtung von Brachflächen in der Regel signifikante Kostengrößen erreichen werden.

4.5.3 Kampfmittelräumung

Die Kampfmittelräumung kann insbesondere bei Militärbrachen zu einer kostenseitig signifikanten Größenordnung werden. Aber auch in anderen Fällen ist dem Vorsorgegrundsatz folgend, die Pflicht zur besonderen Beachtung der Kampfmittelfreiheit vor Beginn der Maßnahmen zu erfüllen. Zu den wesentlichsten Aufgaben zählen:

- 1 Historische Erkundung, Luftbildauswertung,
- 2 Kampfmittelerkundung,
- 3 Kampfmittelräumung,
- 4 Fachgutachterliche Kampfmittelbegleitung,
- 5 Kampfmitteloberleitung und Dokumentation.

Abb. 10: Leistungsphasen Kampfmittelräumung

Für diese Ingenieur- und gewerblichen Leistungen werden durch den Gesetzgeber hohe Anforderungen definiert, so dass diese Aufgaben einem relativ kleinen Kreis von Ingenieuren und Firmen vorbehalten ist.

5 Systematisierungen wesentlicher Aufgaben

5.1 Vorbemerkungen

Die Aufgaben des Forschungsvorhabens sollen hinsichtlich der zentralen Fragestellung der Kostenermittlung von Herrichtungsaufwendungen im Flächenrecycling bearbeitet werden. Dieser Aufgabenstellung folgend ist es notwendig, aus den bestehenden Regelwerken, Normen, Gesetzen und untergesetzlichen Regelwerken eine Basis auszuwählen, anhand derer Anforderungen an Strukturen und Inhalten anderer Bereiche ausgewählt, systematisiert, in zeitliche Abfolge gebracht und nach definierten Aussagen und Angaben geordnet werden.

In Anbetracht der Aufgabenstellung des Flächenrecyclings wird vorgeschlagen, grundsätzlich auf Grundlage der bestehenden Normierung der DIN 276 aufzubauen und keine wesentlichen Eingriffe oder Änderungen vorzuschlagen, da:

1. in Anerkennung der Hauptaufgabe der DIN (Kostenermittlung **Hochbau**) davon auszugehen ist, dass die Flächenrecyclingmaßnahmen das „**Besondere**“ darstellen und die DIN ursächlich das „**Allgemeine**“ beinhaltet,
2. die Anforderungen aus dem Aufgabengebiet des Flächenrecyclings sich mit geringfügig ergänzten Kostengruppen und großzügig erweiterten, neuen Positionen (Kostenträger) abbilden lassen,
3. der grundsätzliche Änderungsvorgang der DIN-Inhalte ein zeitlich nicht abschätzbares Verfahren ist und nach Rücksprache mit dem Deutschen Institut für Normierung auch grundsätzlich keine Absicht erkennbar ist, die Leistungen des Flächenrecyclings in den Status der derzeitigen DIN 276 zu erheben. Dieses Ansinnen würde auch weitere „Sonderforderungen“ anderer Bereiche nach sich ziehen, was dem Regelwerk zusätzliche Kompliziertheit aufzwingt.
4. nach Ansicht des DIN-Institutes es auch nicht zwingend erforderlich ist, explizite Maßnahmen des Flächenrecyclings in die 3 Kostengruppen der DIN 276 einzuarbeiten, da unterhalb der Kostengruppen 1 bis 3 jedwede freie Gliederungsgestaltung möglich ist.

Aus Sicht der oben diskutierten Begründung wird nachfolgend von einer Systematisierung der Positionen aus Sicht der DIN 276 ausgegangen, wobei die Aufgaben Rückbau, Altlasten, Abfallwirtschaft und Kampfmittel als Strukturelemente der Ingenieur- und gewerblichen Leistungen in der DIN 276 darstellen.

5.2 Bestehende Systematik der DIN 276

Die vorstehende DIN 276 hat hinsichtlich der Anwendbarkeit der Kostengruppen und der Inhalte gewisse Abgrenzungsprobleme. Die Inhalte der 3. Ebene und der darin einzustellenden Leistungen weisen in verschiedenen Kostengruppen Dopplungen auf.

Am Beispiel Abbruchmaßnahmen wird dieses Problem dargestellt.

200 Herrichten und Erschließen

210 Herrichten

Abbrechen und Beseitigen von vorhandenen Bauwerken, Ver- und Entsorgungsleitungen sowie Verkehrsanlagen

212 Abbruchmaßnahmen

Abbrechen und Beseitigen von vorhandenen Bauwerken, Ver- und Entsorgungsleitungen sowie Verkehrsanlagen

300 Bauwerk – Bauwerkskonstruktion

390 Sonstige Maßnahmen für Bauwerkskonstruktion

394 Abbruchmaßnahmen

Abbruch und Demontagetarbeiten einschließlich Zwischenlagern wiederverwertbarer Teile, Abfuhr des Abbruchmaterials

400 Bauwerk – Technische Anlagen

490 Sonstige Maßnahmen für Technische Anlagen

494 Abbruchmaßnahmen

Abbruch und Demontagetarbeiten einschließlich Zwischenlagern wiederverwertbarer Teile, Abfuhr des Abbruchmaterials

500 Außenanlagen

590 Sonstige Maßnahmen für Außenanlagen

594 Abbruchmaßnahmen

Abbruch und Demontagetarbeiten einschließlich Zwischenlagern wiederverwertbarer Teile, Abfuhr des Abbruchmaterials

Abb. 11: Abbruchleistungen in der DIN 276

Die Ansicht des Ausschusses war von den Aufgaben des Hochbaus geprägt. In der Mehrfachnennung spiegelt sich die Notwendigkeit wieder, die Leistungen an verschiedenen „Merkmalen“ der Hochbauleistung auszuführen. Systemtheoretisch ist diese Festlegung nicht nachvollziehbar, da sie die Redundanz der DIN 276 erhöht.

Als Fazit ist festzustellen, dass eine Verteilung diverser gleicher Leistungen, wie z.B. der Abbruchmaßnahmen in verschiedenen Kostengruppen der DIN 276 unter den heutigen Bedingungen des Flächenrecyclings nicht ausreicht, um den Sachverhalt kostenseitig adäquat abzubilden. Berücksichtigt man Ziel und mögliche Dimensionen des Flächenrecyclings, so ist festzuhalten, dass die Baufeldfreimachung eine Voraussetzung für Folgemaßnahmen ist und somit als eigenständiger Bestandteil Niederschlag finden kann.

In Anbetracht der oft signifikanten Ausmaße der Herrichtungsaufwendungen von Branchen, insbesondere von Industrie- und Militärbranchen, und den ggf. vorhandenen Altlasten, wird nach Ansicht der Autoren die Grenze von einer bisher untergeordneten Subleistung überschritten. Die Vielfalt, Komplexität und Spezialisierung der Aufgaben für Abbruch, Altlastensanierung, Abfallwirtschaft und Kampfmittelräumung machen im Flächenrecycling qualitative Anforderungen sichtbar, die mit den bisherigen Mitteln der DIN 276 zu Zuordnungsproblemen führen.

Wird diesem Umstand gefolgt, so sind die Maßnahmen des Flächenrecyclings in die DIN 276 zu integrieren, wobei nicht maßgeblich in die bestehende Struktur der 1. bis 3. Ebene geändert werden sollte.

Die Bündelung der fachlichen Bereiche im Flächenrecycling stellt eine qualitativ als auch quantitativ neue Komponente in der DIN 276 dar.

Die bereits oben festgestellte, starke Ausrichtung der DIN 276 auf die klassischen HOAI Leistungen lässt sich in zwei weiteren Bereichen darstellen:

Bereich-1:

Einfluss der Planungsleistungen nach HOAI auf die Kostengliederung nach DIN 276

Planungsleistungen nach HOAI	Kostengliederung nach DIN 276
Gebäude	731
Freianlagen	732
Raumbildende Ausbauten	733
Ingenieurbauwerke und Verkehrsanlagen	734
Tragwerksplanung	735
Technische Ausrüstung	736
Thermische Bauphysik	741
Schallschutz und Raumakustik	742
Bodenmechanik, Grund- und Erdbau	743
Vermessung	744

Abb. 12: Einfluss der HOAI auf die Kostengliederung nach DIN 276

Wie oben veranschaulicht, wurden die Planungsleistungen der HOAI hinsichtlich der Kostengliederung nach DIN 276 vollständig in die Kostengruppen 731 bis 739 und 741 bis 744 übernommen. Eine Abbildung anderer Planungsbereiche findet in ähnlicher Detailliertheit nicht statt. Vielmehr wird z. B. in der KGr 126 Wertermittlungen, Untersuchungen nur der Verweis auf die Altlastenplanung geführt.

In Bezug auf die Anforderungen des Flächerecyclings erscheint der derzeitige Zustand der Abbildung anderer Planungsleistungen nicht ausreichend, um eine geeignetes Kostenabbild darzustellen

Die notwendigen Vorschläge werden in folgenden Kapiteln unterbreitet.

Bereich-2:

Phasenverbindung der Kostenermittlung mit den Planungsphasen nach HOAI

Die HOAI als wichtigstes Mittel für einheitliche Planungsabläufe benennt folgende Leistungsphasen, die mit den Kostenplanungsstufen der DIN 276 verbunden sind.

Bezeichnung gemäß HOAI	Leistungsphase	Stufe der Kostenplanung nach DIN 276
------------------------	----------------	--------------------------------------

Grundlagenermittlung	1	KOSTENSCHÄTZUNG
Vorplanung	2	
Entwurfsplanung	3	KOSTENBERECHNUNG
Genehmigungsplanung	4	KOSTENANSCHLAG
Ausführungsplanung	5	
Vorbereitung der Vergabe	6	
Mitwirkung bei der Vergabe	7	KOSTENSTEUERUNG
Ausführungsüberwachung	8	
Abschluss/Dokumentation	9	KOSTENFESTSTELLUNG

Abb. 13: Zusammenhang der Kostenplanung nach DIN 276 mit den Phasen der HOAI

Die Normierung der Kostenplanung anhand der Leistungsphasen nach HOAI stellt eine Festlegung dar. Eine Untersuchung bzw. Neuordnung erscheint deshalb nicht erforderlich, weil die bestehende Ordnung lediglich definierenden Charakter hat und kein Grund für eine Neuordnung gesehen wird. Diese Normative ist allgemein anerkannt und praxiswirksame Regelung.

Klärungsbedarf ist daher nur für die Bereiche erforderlich, die bisher nicht dieser Norm unterliegen. Das trifft auf die Bereiche Rückbau, Kampfmittel, Altlastensanierung und Abfallwirtschaft zu.

5.3 Leistungsbereiche im Flächenrecycling

5.3.1 Strukturelle Betrachtung

Die DIN 276 lässt sich in 4 wesentliche Komplexe aufteilen, sofern man von der Zuordnung der Kosten ausgeht.

1	KGr 100	Aufwendungen Grundstückserwerb
2	KGr. 200	Aufwendungen Herrichten und Erschließen –Vorbereitung-
3	KGr 300-600	Aufwendungen Neubau –Realisierung der Zielvorstellung-
4	KGr. 700	Aufwendungen Planung und Administration.

Abb. 14: Komprimierte Struktur von Aufgaben im Hochbau nach DIN 276

Die vorgegebene Struktur wird inhaltlich nur dadurch aufgebrochen, dass keine konsequente Trennung zwischen Vorbereitung und Ausführung erfolgt bzw. vorbereitende Planungen und Gutachten etc. in den Gruppen 100 und 700 enthalten sind.

Hinsichtlich des Forschungsvorhabens ist zu klären, wie eine strengere Systematisierung unter Einbeziehung der Aufgaben des Flächenrecyclings in der DIN 276 realisiert werden kann.

Dazu ist aus Sicht des Flächenrecyclings erforderlich, folgende Aufgaben in das System der Kostenerfassung aus zu implementieren.

1.	Ingenieurleistungen:
1.1	Altlastenplanung
1.2	Abbruch- und Rückbauplanung
1.3	Abfallwirtschaftsplanung
1.4	Planung der Kampfmittelräumung
2.	Ausführungsleistungen:
2.1	Altlastensanierung
2.2	Abbruch- und Rückbau
2.3	Abfallwirtschaftsaufgaben
2.4	Kampfmittelräumaufgaben

Abb. 15: Kernaufgaben des Flächenrecyclings

Diese Leistungsbereiche sind in die Kostengliederungen der DIN 276 zu integrieren

5.3.2 Ingenieurleistungen im Flächenrecycling –Baufeldfreimachung-

Planungsleistungen werden in der DIN 276 z.B. in folgenden Kostengruppen geführt:

100 Grundstück	120 Grundstücksnebenkosten	126 Wertermittlungen, Untersuchungen zu Altlasten,
700 Baunebenkosten	730 Architekten und Ing.- Leistungen	731 Gebäude 732 Freianlagen bis 739
	740 Gutachten und Beratung	

Abb. 16: Planungsleistungen in der DIN 276

Sichtbar wird, dass die Kostengruppe 100 in gewisser Weise die Vorleistungen definiert und in der Kostengruppe 700 die Planungsleistungen der Zielvorgaben beinhaltet sind. Auf Grundlage der DIN 276 stehen die folgenden Alternativen für die Einbindung von Planungsaufgaben der Baufeldherrichtung zur Verfügung:

A) Ergänzung der KGr 120	oder	B) Ergänzung der KGr 730
---------------------------------	------	---------------------------------

Abb. 17: Möglichkeiten der Positionierung von Planungsleistungen

Nach Ansicht der Autoren ist die **KGr 120 geeigneter**, die Planungsleistungen für Flächenrecycling aufzunehmen. In dieser KGr sind bereits Aufgaben der Herrichtung angerissen und die Position steht auch ablaufseitig vor den Planungsaufgaben der zukünftigen Nutzung. Damit bleiben die klassischen HOAI-Planungsbereiche als Komplex in der KGr 700 erhalten.

Eine weitere, formale Begründung zur Positionierung der Planungsleistungen für die Herrichtung liefert die Wertermittlungsverordnung (WertV).

In den Vorschriften zur Wertermittlung werden Abschläge u. a. für abgängige Gebäude, Bauwerke und Anlagen (Abrisskosten) ermittelt. Für Altlasten sind ebenfalls Abschläge zu ermitteln, da diese wertmindernde Eigenschaften auslösen, die ihrerseits durch die zu erwartenden Sanierungskosten dargestellt werden. Zunehmend wird aber auch der merkantile Nachteil von altlastenbehafteten Grundstücken vor und nach Sanierungsmaßnahmen in das Kalkül der Wertermittlung einbezogen, da der Markt (Käufer) von derartigen objektiven oder fiktiven Lasten beeinflusst wird.

Die Diskussion zur Wertermittlung soll aufzeigen, dass Aufgaben des Flächenrecyclings bereits in einer sehr frühen Phase realisiert werden sollten, um

grundstückswertbeeinflussende Faktoren im Sinne der **negativen Lasten** fundierter beurteilen zu können. Es erscheint zweckmäßig, dass die Beurteilung negativer Grundstückslasten zeitlich vor den eigentlichen Planungen der Nachnutzung erfolgt, weil dadurch mehr Sicherheit für die Entscheidungsgrundlage einer Investition erreichbar ist. Wenn diese Prozesse so eng mit der Herrichtung (Baufeldvorbereitung) verknüpft sind, dann erscheint es zweckmäßig diese auch dementsprechend in der DIN zu positionieren.

Im Fazit ist festzustellen, dass im Investitionsprozess die Planung und die Herrichtung von Brachflächen vor den Aktivitäten der Nachnutzung stattfinden. Weiterhin bedeutet das, dass die Daten für die Höhe der Aufwendungen der Baufeldfreimachung in der Regel Grundlage für nachfolgende Entscheidungsvorgänge sein sollten. In der Praxis wird eine gewisse Parallelität festzustellen sein, die auch durch interdisziplinäre und zyklische Abstimmung gekennzeichnet ist. Letztlich erscheint es sinnvoll, die Planungen der Baufeldfreimachung als Bestandteil der Grundstücksnebenkosten zu positionieren, da die optimale Nachnutzung eines brachgefallenen Grundstücks i. d. R. von der Beseitigung der Grundstückslasten abhängt.

Auf Grundlage der oben diskutierten Vorgehensweise werden folgende Gliederungsvorschläge für die KGr 126 als Ergänzung in Form der Kostenträger unterbreitet:

KGr 1.	KGr 2.	KGr 3.	HKT	KTG	KTSt	Gewerk	Gewerk	Bezeichnung
1	0	0	-					Grundstück
1	2	0						Grundstücksnebenkosten
1	2	6						Wertermittlungen, Untersuchungen
			-	1	0	0	- 0 0	Wertermittlung
			-	2	0	0		Baugrunduntersuchungen (Wertbeurteilung)
			-	3	0	0		Altlastenplanung/-untersuchung
			-	4	0	0		Rückbauplanung
			-	5	0	0		Abfallwirtschaftsplanung
			-	6	0	0		Planung der Kampfmittelräumung
			-	9	0	0		Untersuchungen sonstiges

Abb. 18: Kostengruppe 126: Wertermittlungen, Untersuchungen

5.3.3 Ausführungsleistungen im Flächenrecycling –Baufeldfreimachung-

Für die Einordnung dieser Leistungen wird in Analogie zu den Ingenieurleistungen vorgeschlagen, dass alle zur Baufeldfreimachung und Herrichten des Grundstücks erforderlichen gewerblichen Leistungen in **die KGr 200 Herrichten und Erschließen** aufgenommen werden.

Gemäß der bereits oben ausgeführten Ausrichtung der DIN 276 auf die Aufgaben der künftigen Nutzung sind die Aufgaben der Baufeldfreimachung primär vor der Nachnutzung zu positionieren. Damit sind diese Aufgaben der Herrichtung von Grundstücken zuzuordnen.

Die Aufgaben aus der Sanierung von Bauwerken und Anlagen bleiben sowohl Planungs- als auch Ausführungsaufgaben der Fachplanungen gemäß HOAI.

5.4 Gliederungsvorschlag für Ingenieurleistungen auf Grundlage der DIN 276

5.4.1 Allgemeines

Als Schlussfolgerung der obigen Ausführungen wurden für die Ingenieurs- und Ausführungsleistungen im Flächenrecycling eigene Strukturvorschläge entworfen.

5.4.2 Ingenieurleistungen –Altlasten-

KTrGr	Bezeichnung	KTrSt	Bezeichnung
310	Historische Erkundung	311	Grundlagenermittlung
		312	Aufstellen Erkundungsprogramm
		313	Material- und Datenrecherche
		314	Auswertung und Erstbewertung
		315	Dokumentation und Präsentation
		319	HE sonstiges
320	Technische Erkundung	321	Grundlagenermittlung
		322	Aufstellen Untersuchungsprogramm
		323	Vorbereitung Vergabe
		324	Mitwirkung Vergabe
		325	Untersuchungsüberwachung
		326	Auswertung und Präsentation
		327	TE sonstiges

KTrGr	Bezeichnung	KTrSt	Bezeichnung
330	Sanierungsuntersuchung	331	Grundlagenermittlung
		332	Entwicklung von Sanierungsalternativen
		333	Vergleichende Bewertung
		334	Planung der Technischen Erprobung
		335	Sanierungsvorplanung
		336	Dokumentation und Präsentation
		339	SU sonstiges
340	Sanierungsplanung	341	Grundlagenermittlung
		342	Fortschreibung Sanierungsplanung
		343	Entwurfsplanung
		344	Genehmigungsplanung
		345	Ausführungsplanung
		346	Vorbereitung Vergabe
		347	Mitwirkung Vergabe
		348	Überwachung und Dokumentation
		349	SP sonstiges
350	Fachgutachterliche Begleitung	361	Fortschreiben Sanierungsvorplanung
360	Oberbauleitung und Dokumentation	371	
370	Feld-/Versuchs-/Laborleistungen	381	Bohr- und Brunnenarbeiten
		382	Schürfen, sonstige Erkundung
		383	Probennahmen
		384	Labor-/Feldversuche
		385	Laboranalytik
		389	Sonstiges
390	Alllastenplanung sonstiges		

Abb. 19: Ingenieurleistungen Alllasten in Anlehnung an den AHO-Entwurf

5.4.3 Ingenieurleistungen – Rückbau-

KTrGr	Bezeichnung	KTrSt	Bezeichnung
410	Grundlagenermittlung Rückbau	411	Historische Recherche, Beschaffung Unterlagen
		412	Aufmass und Mengenermittlung
		413	Dokumentation und Präsentation
		419	
420	Technische Erkundung Rückbau	421	Grundlagenermittlung
		422	Aufstellen Untersuchungsprogramm
		423	Vorbereitung Vergabe
		424	Mitwirkung Vergabe
		425	Untersuchungsüberwachung
		426	Auswertung und Beurteilung
		427	Dokumentation und Präsentation
		429	TER sonstiges
430	Vorplanung bis Genehmigungsplanung	424	Mengenermittlung
		424	Abbruchtechnologische Beschreibung
		425	Arbeitsschutz- und Sicherheitsplan
		426	SIGE-Plan
		427	Erarbeitung Abbruchanträge
		428	Abbruchgenehmigungsverfahren
		429	Sonstiges
440	Vorbereitung Vergabe	441	Erarbeitung Ausschreibungsunterlagen
		442	Mitwirkung bei den Verfahren
450	Mitwirkung Vergabe	451	Handling des Verfahrens bis Angebotsabgabe/Submission
		452	Auswertung der Angebote, Erarbeitung Vergabevorschlag
		453	Erstellung der Vertragsunterlagen
		454	Dokumentation Vergabeverfahren
460	Rückbauüberwachung		
470	Abschluss und Dokumentation		
490	Rückbau sonstiges		

Abb. 20: Ingenieurleistungen Rückbau

5.4.4 Ingenieurleistungen –Abfallwirtschaft-

KTrGr	Bezeichnung	KTrSt	Bezeichnung
510	Grundlagenermittlung	511	Übernahme der Ergebnisse Altlasten-/ Rückbauplanung
		512	Bestandsaufnahme bewegliche Abfälle
		513	Bestandsaufnahme kontaminierte Bausubstanz
		514	Erarbeitung Abfallkataster
520	Genehmigungsplanung Erarbeitung Abfallwirtschaftskonzept	521	Ermittlung EAK-gerechter Abfallmengen
		522	Erarbeitung Entsorgungs- u. Logistikkonzept
		523	Erarbeitung AWK der Baustelle
		524	Dokumentation und Präsentation
530	Vorbereitung Vergabe	531	Erarbeitung Ausschreibungsunterlagen
		532	Mitwirkung bei den Verfahren
540	Mitwirkung Vergabe	541	Handling des Verfahrens bis Angebotsabgabe/Submission
		542	Auswertung der Angebote, Erarbeitung Vergabevorschlag
		543	Erstellung der Vertragsunterlagen
		544	Dokumentation Vergabeverfahren
550	Ingenieurtechnische Begleitung	551	Erarbeitung der Beprobungs-/Kontrollplanung
		552	Probenahme, Auswertung Analytik
		553	Management Sonderabfallentsorgung
		554	Überwachung Entsorgung und Nachweisunterlagen
560	Abschluss und Dokumentation	561	Abschluss und Dokumentation
590	Abfallwirtschaftsplanung sonstiges		

Abb. 21: Ingenieurleistungen in der Abfallwirtschaft

5.4.5 Ingenieurleistungen Kampfmittelgutachten/-planung

KTrGr	Bezeichnung	KTrSt	Bezeichnung
610	Grundlagenmittlung		
620	Kampfmittelräumplanung		
630	Vorbereitung der Vergabe		
640	Mitwirkung Vergabe		
650	Kampfmittel-technische Begleitung der Räumung		
660	Abschluss und Dokumentation		

Abb. 22: Ingenieurleistungen Kampfmittelgutachten/-planung

5.4.6 Koordinierung Ingenieurleistungen

Die Arbeitsinhalte der Planungsphasen und der einzelnen Planungsbereiche sollten einem integrierten Schema folgen, welches auf abgestimmten Maßnahmen und standardisierten Aussagen beruht. Unstrittig dabei ist, dass verschiedene Planungsbereiche auf gleiche oder ähnliche Datenbestände zurückgreifen müssen.

In Hinblick auf die Kostengruppenstruktur der DIN 276, die ausschließlich ein Normierungssystem zur Kostenerfassung darstellt, ist es erforderlich, die Quellen für die Kostenangaben zu betrachten.

Will man die Kosten nach DIN 276 normiert mehrstufig, qualitativ und quantitativ erfassen, so sind in der Planungsphase maximal folgende Planungsquellen zu berücksichtigen:

1. Wertgutachten,
2. Baugrund- und Vermessungsdaten,
3. Rückbauplanungen,
4. Altlastenplanungen,
5. Abfallwirtschaftsplanung,
6. Angaben zu Kampfmitteln,
7. Planungsangaben gemäß planerischen Aufgaben nach HOAI.

Abb. 23: Planungsleistungen, Gutachten etc.

Die aufgezeigten Quellen für die Erfassung von Kosten im Flächenrecycling und insbesondere der Baufeldfreimachung bzw. Grundstücksherrichtung sind in der Regel

in unterschiedlicher Qualität, zu unterschiedlichen Zeitpunkten und teilweise oder ggf. gar nicht vorhanden. Ein Kostenerfassungssystem kann jedoch nicht exakt sein, wenn nicht bestimmte Mindestanforderungen erfüllt sind. Geht man vom Datenbedarf eines Kostenermittlungssystems aus, so ist primär die Datenmenge und Qualität zu bestimmen und nachfolgend zu untersuchen bzw. zu definieren, woher die entsprechenden Daten kommen und respektive aus den Überschneidungen der einzelnen Planungsbereiche festzulegen, welcher Bereich für die Beschaffung und Bewertung einzelner Daten zuständig gemacht wird. Die nachfolgend zu behandelnde Problematik soll anhand eines Beispiels darstellen, dass der Abgrenzung von Planungsbereichen wichtige Bedeutung zukommen kann.

Beispiel:

Raum- und Flächendaten von Grundstücken

Daten	betroffener Planungsbereich
<u>Grundstücksfläche/-teilflächen</u>	Wertermittlung Vermessung HOAI-Städtebauliche Planung
<u>Gebäude, Anlagen</u>	Wertermittlung Rückbauplanung, ggf. Altlastenplanung Abfallwirtschaftsplanung HOAI mehrere Planungsbereiche
<u>Bodenkennwerte</u>	ggf. Wertermittlung Baugrund Altlastenplanung, ggf. Rückbauplanung HOAI (mehrere Planungsbereiche)

Abb. 24: Mehrfachverwendung von Grundstücksdaten

Die Darstellung soll nur ansatzweise verdeutlichen, dass hinsichtlich der relevanten Grundstücksdaten mehrere Planungsbereiche sowohl Quelle als auch Nutzer der Angaben sein können. Damit stellt sich das Problem der koordinierten Aufgabenstellung für Planungsleistungen dar. Die Praxis belegt, dass hinsichtlich der Komplexität und Herstellung von optimalen Abläufen der Datenbeschaffung noch Reserven liegen. So ist festzustellen, dass zumindest in Teilbereichen der Planung die Datenerhebung mehrfach stattfindet, obwohl bei sachlicher Koordinierung hier

Vereinheitlichungen erreichbar wären. Für das Forschungsvorhaben hat obige Feststellung keine Konsequenz, da auf der Basis der DIN 276 ausschließlich Kosten abzubilden sind und nicht die Wirtschaftlichkeit oder Effizienz der Datenbeschaffung betrachtet wird. Für die Steuerung von Flächenrecyclingprozessen ist es jedoch von Bedeutung.

Um die Abläufe des Flächenrecyclings zu systematisieren wurde nachfolgend der Versuch unternommen, die diversen Bereiche auf Grundlage der Planungsphasen der HOAI zu synchronisieren.

LPH-1	LPH-2	LPH-3	LPH-4	LPH-5	LPH-6	LPH-7	LPH-8	LPH-9
Kostenschätzung		Kostenberechnung	Kostenanschlag		Kostensteuerung			Kostenfeststellung
HOAI								
Grundlagen- ermittlung	Vorplanung	Entwurfs- planung	Genehmigungs- planung	Ausführungs- planung	Vorbereitung der Vergabe	Mitwirkung bei der Vergabe	Ausführungs- überwachung	Abschluss/ Dokumentation

Abb. 25: Leistungsphasen nach HOAI

Diesem Ansatz wird weiter gefolgt und in die Planungsbereiche für das Flächenrecycling, insbesondere der Herrichtung und Baufeldfreimachung eingearbeitet.

AHO-Entwurf Altlasten

Der Entwurf geht von den nachfolgend tabellarisch dargestellten Leistungsphasen aus.

Altlasten		Phasen nach AHO-Entwurf			
Historische Erkundung	Technische Erkundung	Sanierungsunter- suchung	Sanierungspla- nung. u. Überwachung	Fachgutachter- liche Begleitung	Oberleitung und Dokumentation

Abb. 26: Leistungsphasen nach AHO Entwurf

Im Vergleich zu den Leistungsphasen der HOAI sind keine Primär-Übereinstimmungen festzustellen. Um die Integrität der Abläufe an den Phasen der HOAI auszurichten, sind folgende Änderungen vorzunehmen, damit eine Übereinstimmung erzielt werden kann.

LPH-1		LPH-2	LPH-3	LPH-4	LPH-5	LPH-6	LPH-7	LPH-8	LPH-9
Kostenschätzung			Kostenberechnung	Kostenanschlag		Kostensteuerung			Kostenfeststellung
Historische Recherche	Technische Erkundung	Sanierungsuntersuchung	Sanierungsentwurfplanung	Sanierungsgenehmigungsplanung	Sanierungsausführungsplanung	Vorbereitung der Vergabe	Mitwirkung bei der Vergabe	Fachgutachterliche Begleitung Oberleitung	Dokumentation

Abb. 27: Vorschlag zur Herstellung der Phasengleichheit für AHO-Leistungen

Rückbauplanung

Der Planungsbereich Rückbau unterliegt derzeit keinen offiziellen Regeln/Normen.

LPH-1		LPH-2	LPH-3	LPH-4	LPH-5	LPH-6	LPH-7	LPH-8	LPH-9
Kostenschätzung			Kostenberechnung	Kostenanschlag		Kostensteuerung			Kostenfeststellung
Grundlagenermittlung	Technische Erkundung	Rückbauvorplanung	Rückbauentwurfplanung	Abrissgenehmigungsplanung		Vorbereitung der Vergabe	Mitwirkung bei der Vergabe	Rückbauüberwachung	Abschluss und Dokumentation

Abb. 28: Phasenmodell Rückbauplanung

Abfallwirtschaft

Die Planungsphasen der abfallwirtschaftlichen Probleme sind analog der Rückbauplanung ebenfalls noch nicht normiert.

LPH-1		LPH-2	LPH-3	LPH-4	LPH-5	LPH-6	LPH-7	LPH-8	LPH-9
Kostenschätzung			Kostenberechnung	Kostenanschlag		Kostensteuerung			Kostenfeststellung
Grundlagenermittlung	AWK-Vorplanung	AWK-Entwurfsplanung	Abfallwirtschaftskonzept		Zuarbeit Vorbereitung der Vergabe	Mitwirkung bei der Vergabe	Ing.-techn. Begleitung	Abschluss und Dokumentation	

Abb. 29: Phasenmodell der Abfallwirtschaftsplanung

Kampfmittelräumung

LPH-1	LPH-2	LPH-3	LPH-4	LPH-5	LPH-6	LPH-7	LPH-8	LPH-9
Kostenschätzung		Kostenberechnung	Kostenanschlag		Kostensteuerung			Kostenfeststellung
Grundlagen- ermittlung	Technische Erkundung		Kampfmittelräum- planung		Vorbereitung der Vergabe	Mitwirkung bei der Vergabe	Kampfmittel- technische Begleitung	Dokumentation

Abb. 30: Phasenmodell Kampfmittelräumung

In der Praxis sind die Abläufe von nicht synchroner Vorgehensweise gekennzeichnet. Ursächlich dafür ist in der Regel, dass bei Projektbeginn nicht alle Bereiche als leistungsrelevant erkennbar sind. Insofern erfolgen die Arbeiten in den Leistungsbereichen teilweise nacheinander oder zeitlich versetzt.

Der Versuch, ein optimales Ablaufmodell nach zeitlichen Kriterien zu definieren, wird durch das Bedingungsgefüge der Gesamtaufgabe deutlich erschwert.

Die einzelnen Planungsbereiche sind durch vielfältige Beziehungen und Wechselwirkungen miteinander verknüpft.

Der Erkenntniszuwachs oder die Änderung eines Planungsbereiches zieht häufig Änderungen anderer Bereiche nach sich. Weiterhin ist anzumerken, dass der zeitliche Bedarf für eine Planungsphase in einem Leistungsbereich deutlich vom Bedarf in einem anderen Bereich abweichen kann. Beispielhaft kann die technische Erkundungen für Altlasten oder ggf. auch die kampfmitteltechnische Erkundungen u. U. mehrere Untersuchungszyklen beinhalten, die bei Phasenbeginn kaum kalkulierbare zeitliche Angaben/Prognosen zulassen.

Das gesamte Planungsverfahren wird zur zyklischen Aufgabe der Koordinierung und inhaltlichen Abstimmung zwischen den beteiligten Planern, wobei die Steuerung der Planungsleistungen darauf auszurichten ist, dass zu einem möglichst frühen Zeitpunkt die wesentlichen Projektparameter abgestimmt und zuverlässig vereinbart sind.

Synchronisierung der Phaseninhalte verschiedener Planungsbereiche

LPH-1	LPH-2	LPH-3	LPH-4	LPH-5	LPH-6	LPH-7	LPH-8	LPH-9	
Kostenschätzung		Kostenberechnung	Kostenschlag			Kostensteuerung		Kostenfeststellung	
HOAI									
Grundlagenermittlung	Vorplanung	Entwurfsplanung	Genehmigungsplanung	Ausführungsplanung	Vorbereitung der Vergabe	Mitwirkung bei der Vergabe	Ausführungsüberwachung	Abschluss und Dokumentation	
Altlasten									
Historische Recherche	Technische Erkundung	Sanierungsuntersuchung	Sanierungsentwurfsplanung	Sanierungsgenehmigungsplanung	Sanierungsausführungsplanung	Vorbereitung der Vergabe	Mitwirkung bei der Vergabe	Fachgutachterliche Begleitung Oberbauleitung	Dokumentation
Rückbau									
Grundlagenermittlung	Technische Erkundung	Rückbauvorplanung	Rückbauentwurfsplanung	Abrissgenehmigungsplanung	Vorbereitung der Vergabe	Mitwirkung bei der Vergabe	Rückbauüberwachung	Abschluss und Dokumentation	
Abfallwirtschaft									
Grundlagenermittlung	AWK-Vorplanung	AWK-Entwurfsplanung	Abfallwirtschafts-konzept	Zuarbeit Vorbereitung der Vergabe	Mitwirkung bei der Vergabe	ing.-techn. Begleitung	Abschluss und Dokumentation		
Kampfmittel									
Grundlagenermittlung	Technische Erkundung	?	Kampfmittelräumplanung	Vorbereitung der Vergabe	Mitwirkung bei der Vergabe	Kampfmittel-technische Begleitung	Dokumentation		

Abb. 31: Synchronisationsvorschlag der Planungsleistungen

Die Tabelle verdeutlicht, dass die Planungsphasen der HOAI mit dem Abgleich auf die Planungsbereiche Altlasten, Rückbau, Abfallwirtschaft und Kampfmittelräumplanung formal übertragbar sind.

Die Bezeichnungen/Inhalte der normierten Phasen der Bereiche Altlasten, Rückbau, Abfallwirtschaft und Kampfmittelräumplanung sind diskutabel und sollten fortführend erörtert werden.

Der Systemvorschlag wurde erarbeitet, um die Integrität der formalen Planungsabläufe und die Herstellung einheitlicher und DIN 276-gerechter Phasen zu erzeugen.

5.5 Gewerbliche-/Ausführungsleistungen im Flächenrecycling

5.5.1 Grundlagen nach DIN 276

Für die Einordnung dieser Leistungen wird in Analogie zu den Ingenieurleistungen vorgeschlagen, dass alle zur Baufeldfreimachung und Herrichten des Grundstücks erforderlichen gewerblichen Leistungen in **die KGr 200 Herrichten und Erschließen** aufgenommen werden.

Gemäß der bereits oben ausgeführten Ausrichtung der DIN 276 auf die Aufgaben der künftigen Nutzung sind die Aufgaben der Baufeldfreimachung primär vor der Nachnutzung zu positionieren. Damit sind diese Aufgaben der Herrichtung von Grundstücken zuzuordnen.

Zur Abgrenzung der Leistungsinhalte ist festzustellen, dass damit nicht die Aufgaben aus der Sanierung von Bauwerken und Anlagen betroffen sind. Diese Leistungen bleiben sowohl Planungs- als auch Ausführungsaufgaben der Fachplanungen gemäß HOAI.

Die Herrichtung von Grundstücken umfasst somit nur die Planung und Ausführung des Rückbaus nicht notwendiger Gebäude und Anlagen sowie die Altlastensanierung und die Entsorgung damit entstehender Abfälle.

Für die Kostengliederungsstruktur nach DIN 276 werden dazu folgende Kostengruppen und Kostenträger vorgeschlagen:

KGr	
200	Herrichten und Erschließen
210	Herrichten
212	Abbruchmaßnahmen
213	Altlastenbeseitigung
215	Abfallwirtschaft
216	Kampfmittelräumung

Abb. 32: Gewerbliche Leistungen im Flächenrecycling

Die DIN 276 wurde um die KGr 215 und 216 ergänzt. Diese Ergänzungen stellen die einzigen Positionen dar, die eine entscheidungsrelevante Änderung der bestehenden DIN 276 darstellen.

5.5.2 Strukturelle Gliederung

5.5.2.1 Rückbauleistungen

KTrGr	Bezeichnung	KTrSt	Bezeichnung
100-	Gebäude, bauliche Anlagen		
200-	befestigte Flächen, Verkehrsanlagen		
300-	Ver- und Entsorgungsanlagen		
400-	Rückbau techn. Anlagen, Produktions- u. Lageranlagen		
500-	sonstige Aufwendungen Abbruch		
600	Sicherungsmaßnahmen Abbruch		
900-	Abbruch sonstiges		

Abb. 33: Leistungsgliederung Abbruch

5.5.2.2 Leistungen der Altlastensanierung

KTrGr	Bezeichnung	KTrSt	Bezeichnung
100-0	Bodensanierung		
200-	Grundwassersanierung		
300-	Bodenluftsanierung		

KTrGr	Bezeichnung	KTrSt	Bezeichnung
400-	Sicherungsmaßnahmen Sanierung		
500	Monitoring und Nachsorge		
...			
900-	Altlastensanierung sonstiges		

Abb. 34: Leistungsgliederung Altlastensanierung

5.5.2.3 Abfallwirtschaftliche Leistungen

KTrGr	Bezeichnung	KTrSt	Bezeichnung
100-	Logistik der Entsorgung		
200-	Baustellengebundene Behand- lungs- und Recyclingaufwendgn.		
300-	Transport		
400-	Entsorgungsentgelte		
...			
900-	Entsorgung sonstiges		

Abb. 35: Leistungsgliederung Abfallwirtschaft

5.5.2.4 Kampfmittelräummaßnahmen

KTrGr	Bezeichnung	KTrSt	Bezeichnung
100-	Baustelleneinrichtung, Unterhaltung		
200-	Verfahrensbedingte Aufwendungen		
300-	Arbeitsschutz/-sicherheit		
400-	Bergung und Beseitigung		
..			
900-	Kampfmittelräumung sonstiges		

Abb. 36: Leistungsgliederung Kampfmittelräumung

5.6 Der Systemvorschlag der abgewandelten DIN 276 zur Kostenerfassung

Als Zusammenfassung der Strukturen der Ingenieur- und gewerblichen Leistungen wurde ein Vorschlag der Gestaltung der DIN 276 für die besonderen Anforderungen des Flächenrecyclings erarbeitet. Wichtig für die Strukturierung war die Absicht, keine Technologien, Methoden oder Gewerke abzubilden, sondern die Struktur auf

Grundlage von abstrahierten Kostenbestandteilen abzuleiten. Damit wird der bisherigen Vorgehensweise entsprochen, die auch nicht Beton- oder Mauerwerksarbeiten zum Strukturgegenstand macht. Die Strukturbildung soll damit definitionsgemäß den Anforderungen der DIN 276 als Führungs-/Entscheidungsmittel dienen.

KGr 1.Eb.	KGr 2.Eb.	KGr 3.Eb.	HKTr	KTr Gr	KTr St	Bezeichnung
100						Grundstück
	110					Grundstückswert
	120					Grundstücksnebenkosten
		121				Vermessungsgebühren
		122				Gerichtsgebühren
		123				Notariatsgebühren
		124				Maklerprovisionen
		125				Grunderwerbsteuer
		126				Wertermittlungen, Untersuchungen
			100			Wertermittlungen
			200			Baugrunduntersuchungen
			300			Altlastenplanung/- untersuchung
				310		Historische Erkundung
					311	Grundlagenermittlung Historische Erkundung
					312	Aufstellen Erkundungsprogramm
					313	Material- und Datenrecherche
					314	Auswertung und Erstbewertung
					315	Dokumentation und Präsentation
					319	HE sonstiges
				320		Technische Erkundung
					321	Grundlagenermittlung technische Erkundung
					322	Aufstellen Untersuchungsprogramm
					323	Vorbereitung Vergabe
					324	Mitwirkung Vergabe
					325	Untersuchungsüberwachung
					326	Auswertung, Dokumentation und Präsentation
					327	TE sonstiges

KGr 1.Eb.	KGr 2.Eb.	KGr 3.Eb.	HKTr	KTr Gr	KTr St	Bezeichnung
				330		Sanierungsuntersuchung
					331	Grundlagenermittlung Sanierungsuntersuchung
					332	Entwicklung von Sanierungsalternativen
					333	Vergleichende Bewertung
					334	Planung der Technischen Erprobung
					335	Sanierungsvorplanung
					336	Dokumentation und Präsentation
					339	SU sonstiges
				340		Sanierungsplanung/-überwachung
					341	Grundlagenermittlung für die Sanierung
					342	Fortschreibung Sanierungsvorplanung
					343	Entwurfsplanung
					344	Genehmigungsplanung
					345	Ausführungsplanung
					346	Vorbereitung Vergabe
					347	Mitwirkung Vergabe
					348	Überwachung und Dokumentation
					349	SP sonstiges
				350		Fachgutachterliche Begleitung
				360		Oberbauleitung und Dokumentation
				370		Feld-/Versuchs-/Laborleistungen
					371	Bohr- und Brunnenarbeiten
					372	Schürfen, sonstige Erkundung
					373	Probennahmen
					374	Labor-/Feldversuche
					375	Laboranalytik
					379	Sonstiges
				380		Alllastenplanung sonstiges
			400			Rückbauplanung
				410		Grundlagenermittlung Rückbau

KGr 1.Eb.	KGr 2.Eb.	KGr 3.Eb.	HKTr	KTr Gr	KTr St	Bezeichnung
					411	Historische Recherche, Beschaffung Unterlagen
					412	Aufmassnahme, Massenermittlung
					413	Dokumentation und Präsentation
					419	Grundlagenermittlung Sonstiges
				420		Technische Erkundung Rückbau
					421	Grundlagenermittlung
					422	Aufstellen Untersuchungsprogramm
					423	Vorbereitung Vergabe
					424	Mitwirkung Vergabe
					425	Untersuchungsüberwachung
					426	Auswertung und Beurteilung
					427	Dokumentation und Präsentation
					429	Technische Erkundung Rückbau sonstiges
				430		Genehmigungsplanung
					431	Mengenermittlung
					432	Abbruchtechnologischer Beschreibung
					433	Arbeitsschutz- und Sicherheitsplan,
					434	SIGE-Plan des Auftraggebers
					435	Erarbeitung Abbruchartrage,
					436	Abbruchgenehmigungsverfahren
					439	Sonstiges
				440		Vorbereitung Vergabe
					441	Erarbeitung Ausschreibungsunterlagen
					442	Begleitung des Verfahrens bis Angebotsabgabe/Submission
				450		Mitwirkung Vergabe
					451	Auswertung der Angebote, Erarbeitung Vergabevorschlag
					452	Mitwirkung bei den Bieterverhandlungen
					453	Erstellung der Vertragsunterlagen
					454	Dokumentation des Vergabeverfahrens
				460		Rückbauüberwachung
				470		Abschluss und Dokumentation
				490		Rückbau sonstiges

KGr 1.Eb.	KGr 2.Eb.	KGr 3.Eb.	HKTr	KTr Gr	KTr St	Bezeichnung
			500			Abfallwirtschaftsplanung
				510		Grundlagenermittlung
					511	Übernahme der Ergebnisse Altlasten-/Rückbauplanung
					512	Bestandsaufnahme bewegliche Abfälle
					513	Bestandsaufnahme kontaminierte Bausubstanz
					514	Erarbeitung Abfallkataster
				520		Genehmigungsplanung, Erarbeitung Abfallwirtschaftskonzept
					521	Ermittlung EAK- Abfallmengen
					522	Erarbeitung Entsorgungs- und Logistikkonzeptes
					523	Erarbeitung AWK der Baustelle
					524	Dokumentation und Präsentation
				530		Vorbereitung Vergabe
					531	Erarbeitung Ausschreibungsunterlagen
					532	Begleitung des Verfahrens bis Angebotsabgabe/Submission
				540		Mitwirkung Vergabe
					541	Auswertung der Angebote, Erarbeitung Vergabevorschlag
					542	Mitwirkung bei den Bieterverhandlungen
					543	Erstellung der Vertragsunterlagen
					544	Dokumentation des Vergabeverfahren
				550		Ingenieurtechnische Begleitung
					551	Erarbeitung der Beprobungs-/Kontrollplanung
					552	Probenahme, Auswertung Analytik
					553	Management Sonderabfallentsorgung
					554	Überwachung Entsorgung und Nachweisunterlagen
				560		Abschluss und Dokumentation
				590		AWP sonstiges
			600			Kampfmittelgutachten/-planung
				610		Grundlagenermittlung
					611	Historische Recherche
					612	Beschaffung Unterlagen/Luftbildauswertung

KGr 1.Eb.	KGr 2.Eb.	KGr 3.Eb.	HKTr	KTr Gr	KTr St	Bezeichnung
					613	Auswertung, Ergebnisdarstellung in Berichtsform
				620		Kampfmittelräumplanung
				630		Vorbereitung der Vergabe
				640		Mitwirkung Vergabe
				650		Kampfmittel-technische Begleitung der Räumung
				660		Abschluss und Dokumentation
			900			Untersuchungen sonstiges
		127				Gebühren
			100			Abrissgenehmigungen
			200			Alllastensanierungsgenehmigungen/Sanierungsvertrag/Sanierungsanordnung
			300			Entsorgungsgebühren
					
			900			Genehmigungen, sonstiges
		128				Bodenordnung, Grenzregulierung
		129				Grundstücksnebenkosten sonstiges
	130					Freimachen
		131				Abfindungen
		132				Ablösen dinglicher Rechte
		139				Freimachen sonstiges
200						Herrichten und Erschließen
	210					Herrichten
		211				Sicherungsmaßnahmen, allgemein
			100			Beweissicherungsverfahren Alllastensanierung/Rückbau/Kampfmittelräumung
		212				Abbruchmaßnahmen
			100			Gebäude, bauliche Anlagen
				110		Gebäude
				120		Bauliche Anlagen
			200			Befestigte Flächen, Verkehrsanlagen

KGr 1.Eb.	KGr 2.Eb.	KGr 3.Eb.	HKTr	KTr Gr	KTr St	Bezeichnung
				210		Verkehrsanlagen
				220		Befestigte Flächen
			300			Ver- und Entsorgungsanlagen
				310		Wasser-/Abwasseranlagen
				320		Fernwärmanlage
				330		Gasversorgungsanlagen
				340		Stromversorgungsanlagen
				350		Kommunikationsanlagen
			400			Rückbau technologische Anlagen, Produktions-, Lageranlagen
			500			Sicherungsmaßnahmen Abbruch
					
			900			Abbruch sonstiges
		213				Alllastenbeseitigung
			100			Bodensanierung
				110		Baustelleneinrichtung, Unterhaltung
				120		Verfahrensbedingte Aufwendungen
				130		Austausch/Ersatzmaßnahmen
				140		Eigenüberwachung
				150		Leistungen außerhalb Grundstück
				160		Arbeitsschutz/-sicherheit
				190		Bodensanierung sonstiges
			200			Grund-/Oberflächewassersanierung
				210		Baustelleneinrichtung, Unterhaltung
				220		Verfahrensbedingte Aufwendungen
				230		Austausch/Ersatzmaßnahmen
				240		Eigenüberwachung
				250		Leistungen außerhalb Grundstück
				260		Arbeitsschutz/-sicherheit
				290		Grundwassersanierung sonstiges
			300			Bodenluftsanierung
				310		Baustelleneinrichtung, Unterhaltung

KGr 1.Eb.	KGr 2.Eb.	KGr 3.Eb.	HKTr	KTr Gr	KTr St	Bezeichnung
				320		Verfahrensbedingte Aufwendungen
				330		Eigenüberwachung
				340		Leistungen außerhalb Grundstück
				350		Arbeitsschutz/-sicherheit
				390		Bodenluftsanierung sonstiges
			400			Sicherungsmaßnahmen Sanierung
			500			Monitoring und Nachsorge
			510		Anlagentechnische Überwachung
				520		Messtechnische Überwachung
				530		Laborleistungen
				540		Ingenieurleistungen
				550		Entsorgung
				590		Monitoring/Nachsorge sonstiges
			900			Alllastenbeseitigung sonstiges
		214				Herrichten Geländeoberfläche
		215				Abfallwirtschaft
			100			Logistik der Entsorgung
			200			Baustellengebundene Behandlung
			300			Transport
			400			Entsorgungsgentgelte
			900			Abfallwirtschaft sonstiges
		216				Kampfmittelräumung
			100			Baustelleneinrichtung, Unterhaltung
			200			Verfahrensbedingte Aufwendungen
			300			Arbeitsschutz/-sicherheit
			400			Bergung und Beseitigung
			900			Kampfmittelräumung sonstiges
		219				Herrichten sonstiges
	220					Öffentliche Erschließung
		221				Abwasserentsorgung
		222				Wasserversorgung
		223				Gasversorgung

KGr 1.Eb.	KGr 2.Eb.	KGr 3.Eb.	HKTr	KTr Gr	KTr St	Bezeichnung
		224				Fernwärmeversorgung
		225				Stromversorgung
		226				Telekommunikation
		227				Verkehrerschließung
		229				Öffentliche Erschließung sonstiges
	230					Nichtöffentliche Erschließung
	240					Ausgleichsabgaben
300						Bauwerk –Bauwerkskonstruktion-
400						Bauwerk –Technische Anlagen-
500						Außenanlagen
600						Ausstattung und Kunstwerke
700						Baunebenkosten

Abb. 37: Vorschlag zur Struktur der DIN 276 Flächenrecyclingmaßnahmen

Die dargestellten Änderungen und Ergänzungen sind nach Ansicht der Autoren das Mindestmaß, um die Erfassung von kostenrelevanten Sachverhalten der Baufeldfreimachung zu realisieren. Die nicht belegten Strukturelemente können nach Bedarf durch den Nutzer verwendet werden.

5.7 Anwendung der Kostenplanung im Prozess des Flächenrecyclings

5.7.1 Grundsätze

Es ist anzumerken, dass der Planungsprozess im Flächenrecycling das Involvieren einer Vielzahl von Beteiligten bewirken kann und in der Regel auch bewirkt. Ausgehend von der Absicht der Kostenermittlung obliegt es den jeweiligen Planungsbereichen, die erforderlichen Kosten in den definierten Kostenermittlungs-

stufen festzustellen und der Gesamt-Kostenplanung zu übergeben. Es ist auf Grundlage der Aufgaben und Strukturen der DIN 276 unstrittig vorauszusetzen, dass die relevanten Projektdaten für die Kostenermittlungsstufen ausschließlich aus der Ebene der Fachkompetenz stammen können.

Ein anderer Aspekt, zumindest aus Sicht der Forschungsaufgabe, ist der zu betrachtende Zeitpunkt für die Erstellung einer Kostenaussage.

Die Aufgabenstellung des Forschungsvorhabens geht von einem sehr frühen Zeitpunkt aus. Eigentlich besteht im engeren Sinne noch kein realer Projektstatus im Sinne einer angearbeiteten oder abgeschlossenen Planungsphase. Der Projekt-Status ist eher mit einer Präqualifikationssituation zu beschreiben, d. h. in dieser Phase soll die grundlegende Machbarkeit einer Projektidee geprüft werden.

Die DIN 276 würdigt diesen Zustand, indem in der Vorbereitung eines Projektes bereits erste Kostenbetrachtungen stattfinden.

Für diese Phase wurde der Begriff

„KOSTENRAHMEN“

geprägt.

Weitergehende Forderungen oder strukturelle Aussagen trifft die DIN 276 für diese Phase nicht.

Hinsichtlich der Forschungsaufgabe und der vorgeschlagenen Lösungsmöglichkeiten ist also zwingend anzuerkennen, dass diese Arbeit **nicht** den Status, die Aufgaben, Leistungen, Lösungen und fachliche Qualität von Fachplanern erreichen will oder diese ersetzen kann. Die Ergebnisse einer Kostenermittlung unter den oben genannten Bedingungen sind dementsprechend zu bewerten und hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit auch mit entsprechender Vorsicht zu interpretieren.

5.7.2 Kalkulationsschemata der Kostenermittlung

5.7.2.1 Formale Anforderungen der Darstellung

Die DIN 276 stellt hinsichtlich der Gliederungstiefe der Darstellung von Kosten in Abhängigkeit der Kostenplanungs-/ermittlungsstufe lediglich die

Minimalanforderungen dar, sagt aber nachfolgend, dass eine weitere Differenzierung möglich ist. Das Schema der Kostengliederung in der Kostenplanung wird durch die DIN 276 wie folgt vorgenommen:

Kostenschätzung	⇒	Kostengliederung	1. Ebene
Kostenberechnung	⇒	Kostengliederung	2. Ebene
Kostenanschlag	⇒	Kostengliederung	3. Ebene

Hinsichtlich der von der DIN 276 zugelassenen Ergänzungen werden keine speziellen Aussagen gemacht. Lediglich der Hinweis auf die Verwendung von weiteren Kostenkennwerten wird gegeben.

Nach Ansicht der Autoren ist hier die Frage aufzuwerfen, wie überhaupt aus praktischer Sicht die Kalkulationsanforderungen zu realisieren sind.

Es ist mit Sicherheit davon auszugehen, dass die hierarchische Gliederung der Kostengruppen 1. bis 3. Ebene nicht ausreichen werden, um kalkulieren zu können. Insofern stellt sich ohnehin die Frage, ob es sinnvoll oder überhaupt praxisrelevant ist, die Kostenschätzung z.B. mit den 7 Kostengruppen der 1. Ebene der Kostengliederung zu erarbeiten. Der Aussagegehalt wäre in 8 Ziffern (Kosten der 7 Kostengruppen und Gesamtsumme) derart gering, dass letztlich darauf verzichtet werden könnte.

Zu dieser Einschätzung kommen auch die Autoren der DIN 276, denn in der dort ausgeworfenen **Muster-Kostenschätzung** werden sowohl die 1. und 2. Ebene der Kostengruppen als auch wichtige Basisberechnungen aufgeführt:

	Kostengruppe	Teilbetrag €	Gesamtbetrag € mit Umsatzsteuer
100	Grundstück		
110	Grundstückswert		
120	Grundstücksnebenkosten		
130	Freimachen, Bezugsgröße ist die Fläche des Grundstücks m ² x Kosten je m ²		
	(ggf. überschlägig ermittelte Pausch.) Summe Grundstück		
200	Herrichten und Erschließen		
210	Herrichten, Bezugsgröße ist die Fläche des Grundstücks m ² x Kosten je m ²		
220	Öffentliche Erschließung		
230	Nichtöffentliche Erschließung		
240	Ausgleichsabgaben		
	(ggf. überschlägig ermittelte Pausch.) Summe Herrichten und Erschließen		

Abb. 38: Auszug Schema der Kostenschätzung nach DIN 276

Die Darstellung zeigt, dass die Ebene der Kostenschätzung bereits weitaus mehr Daten und Berechnungen enthält, als die Minimalanforderungen der DIN 276 vorgibt.

Daraus folgt, dass die Minimalforderungen der Gliederungstiefe in den Stufen der Kostenplanung eigentlich nicht ausreichen, um den Informationsbedarf abzudecken.

Die zentrale Fragestellung ist, wie viel Angaben erforderlich sind, um mit den ausgeworfenen Kosten ausreichend Informationen über die Herkunft bzw. den Entstehungshintergrund der Kosten zu erfahren.

Nach Ansicht der Autoren kann weder in der 1. noch in der 2. Gliederungsebene der Kostengruppe nach DIN 276 mit ausreichend verwertbaren Informationen des Flächenrecycling-Vorhabens gerechnet werden.

Aus Sicht der vorgeschlagenen Ergänzung der DIN 276 hinsichtlich der Ingenieur- und Ausführungsleistungen ist ohnehin in der 1. und 2. Ebene der Kostengliederung keine Aussage möglich, da die relevanten Kosten im Flächenrecycling in den Kostengruppen 100 und 200 aufsummiert sind und keine detaillierte Aussage zur Verteilung möglich ist.

Diese Aussagen werden frühestens ab der 3. Gliederungsebene möglich, so dass es für die Anwendbarkeit im Flächenrecycling ohnehin notwendig erscheint, mindestens mit der 3. Ebene zu beginnen.

Das nachfolgend vorzustellende Formblatt behandelt deshalb ausschließlich die Kostengruppen, die für das Flächenrecycling der Stufe –Baufeldfreimachung- von Bedeutung sind.

Weiterhin ist die Projektphase zu berücksichtigen. Wie bereits weiter oben dargestellt, befindet sich der Projektstatus in der Regel noch nicht im engeren Stadium der Fachplanung.

Aus diesen Bedingungen folgt, dass hinsichtlich ggf. zu berücksichtigender Strukturen und Anforderungen aus der DIN 276 keine verbindlichen Vorgaben abzuleiten oder einzuhalten sind und somit „freier Gestaltungsspielraum“ für die Darstellung des Schemas besteht. Entsprechend der, durch die DIN festgelegten Begriffswelt, ist die Kostenbetrachtung ausschließlich im Bereich des „Kostenrahmens“ einzuordnen. Weitergehende Forderungen oder gewünschte Verbindlichkeiten dieser Aussagen können daraus nicht abgeleitet werden.

5.7.2.2 Formblatt Kostenrahmen im Flächenrecycling

Projekt		NR.	
Bauherr		Seite	
Verfasser		Datum	
		Brutto	
		Netto	
Kostengruppe	Bezeichnung	Teilbetrag €	Gesamtbetrag € mit USt.
100	Grundstück		
110	Grundstückswert		
120	Grundstücksnebenkosten		
121	Vermessungsgebühren		
122	Gerichtsgebühren		
123	Notariatsgebühren		
124	Maklerprovisionen		
125	Grunderwerbsteuer		
126	Wertermittlungen, Untersuchungen		
126-100	Wertermittlungen		
126-200	Baugrundgutachten, grundstücksbezogen		
126-300	Altlastenplanung/-untersuchung		
126-400	Rückbauplanung		
126-500	Abfallwirtschaftsplanung der Herrichtung		
126-600	Kampfmittelgutachten/-planung		
126-900	Untersuchungen sonstiges		
127	Genehmigungsgebühren		
127-100	Abrissgenehmigung		
127-200	Altlastengenehmigungen		
127-300	Entsorgungsgebühren		
127-300	Gebühren sonstiges		
128	Bodenordnung, Grenzregulierung		
129	Grundstücksnebenkosten sonstiges		
130	Freimachen		
131	Abfindungen		
132	Ablösen dinglicher Rechte		
133	Freimachen sonstiges		
	Grundstück	Summe 100	
200	Herrichten und Erschließen		
210	Herrichten		

Projekt		NR.	
Bauherr		Seite	
Verfasser		Datum	
		Brutto	
		Netto	
Kostengruppe	Bezeichnung	Teilbetrag €	Gesamtbetrag € mit USt.
211	Sicherungsmaßnahmen		
212	Abbruchmaßnahmen		
212-100	Gebäude und bauliche Anlagen		
212-200	Verkehrsanlagen befestigte Flächen		
212-300	Ver- und Entsorgungsanlagen		
212-500	Rückbau Techn. Anlagen		
212-900	Abbruch sonstiges		
213	Altlastenbeseitigung		
213-100	Bodensanierung		
213-200	Grund-/Oberflächenwassersanierung		
213-300	Bodenluftsanierung		
213-400	Monitoring und Nachsorge		
213-900	Altlastensanierung sonstiges		
214	Herrichten Geländeoberfläche		
215	Abfallwirtschaft		
215-100	Baustellenlogistik der Abfallwirtschaft		
215-200	Baustellengebundenes Recycling		
215-300	Transportkosten		
215-400	Entsorgungskosten		
215-900	Abfallwirtschaft sonstiges		
216	Kampfmittelräumung		
216-100	Kampfmittelerkundung und/-räumung		
216-200	Kampfmitteltechnische Begleitung		
220	Öffentliche Erschließung		
230	Nichtöffentliche Erschließung		
240	Ausgleichsabgaben		
	Herrichten und Erschließen	Summe 200	

Zusammenstellung der Kosten			
	Grundstück	Summe 100	
	Herrichten und Erschließen	Summe 200	
	Bauwerk –Baukonstruktion-	Summe 300	
	Bauwerk –Technische Anlagen	Summe 400	
	Außenanlagen	Summe 500	
	Ausstattung und Kunstwerke	Summe 600	
	Baunebenkosten	Summe 700	
	zur Abrundung		
	Gesamtkosten Kostenrahmen		

Abb. 39: Muster Kostenrahmen Flächenrecycling

5.8 Kostenberechnungssystem

5.8.1 Zuverlässigkeit von Kostenangaben

Die Ermittlung von Kosten steht in direkter Abhängigkeit zu den Phasen der Planungsaktivitäten. Dabei ist formal zu unterstellen, dass mit dem Prozess der Vorplanung beginnend, Daten in Form von projektbezogenen Kosten zur Verfügung stehen und im Planungsprozess die Kostensicherheit zunimmt.

Entsprechend der Vorgaben der DIN 276 werden in den Stufen der planerischen Kostenermittlungen, (Kostenschätzung, Kostenberechnung und Kostenanschlag) differenzierte Vertrauensgrade der Zuverlässigkeit der Angaben gefordert. Es existiert in der DIN keine verbindliche Aussage zu den Vertrauensgraden, in der Praxis wird jedoch von folgenden Annahmen auszugehen sein.

Vertrauensgrad:

Kostenschätzung	-10% - +10%
Kostenberechnung	-5% - +5%
Kostenanschlag	-2,5% - +2,5%.

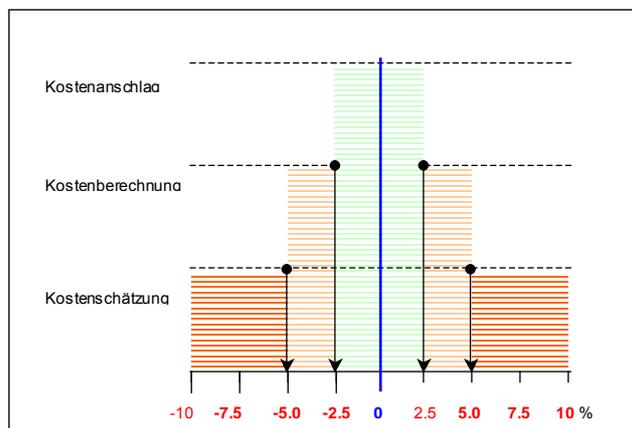


Abb. 40: Vertrauensgrade der Kostenermittlung

Die Angaben können für die Hochbauleistungen durchaus akzeptabel sein.

Es stellt sich die Frage, ob gleiche Kriterien auch bei der Herrichtung angelegt werden können.

Nach den langläufigen Erfahrungen kann zumindest der Rückbau und die Abfallwirtschaft mit ähnlichen Vertraulichkeitsgraden belegt werden.

Im Bereich der Altlastensanierung ist jedoch erfahrungsgemäß mit höheren Abweichungen zwischen kalkulierten Kosten und tatsächlich entstandenen Kosten zu rechnen.

Vorschlag Bereich Altlasten

Kostenschätzung	-40% - +40%
Kostenberechnung	-25% - +25%
Kostenanschlag	-15% - +15%

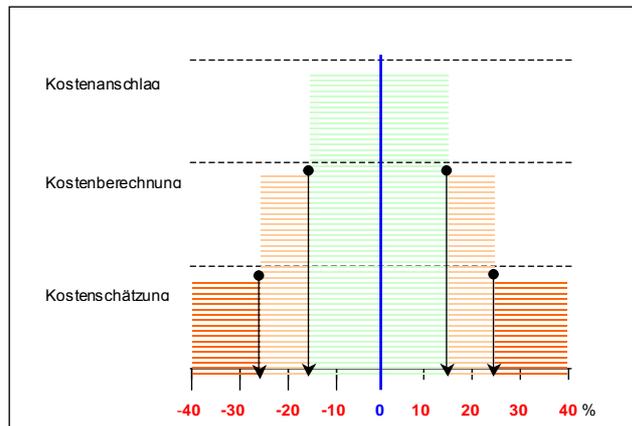


Abb. 41: Vorschlag Vertrauensgrade der Kostenermittlung für Altlasten

Die betrachtete Gruppierung basiert nicht auf Rechercheergebnissen, sondern wurde aus Erfahrungswerten realisierter Bodensanierungsmaßnahmen abgeleitet. Hinsichtlich der Grundwassersanierungen ist zu erwarten, dass die Vertrauensgrade noch deutlicher abweichen können.

Eine Festlegung auf Vertrauensgrade lässt sich grundsätzlich nur im Hinblick auf eine korrekte Abwicklung aller Planungsphasen unter Einbezug weicher Standortfaktoren und eines soliden Projektmanagements vornehmen. Ein wichtiges Kriterium zur Beherrschung von derartigen Prozessen stellt jedoch die Qualität und Quantität der planerischen und feldmäßigen Arbeiten dar.

Im Unterschied zu den Hochbauleistungen, die eine planerische Fiktion darstellen und relativ sicher in der kostenseitigen Beurteilung durch normierte Größen und bauliche Erfahrungen beherrschbar sind, werden Rückbau und Altlasten von tatsächlich vorhandenen Objekten bestimmt, die zum Teil nicht einmal der direkten Wahrnehmung unterliegen. Zum Beispiel können die Bauwerksgründungen ohne technische Maßnahmen (Freilegen) beim Fehlen von Planunterlagen nicht festgestellt werden. Hier werden häufig Annahmen getroffen, deren Vertraulichkeitsgrad deutlich unter dem der tatsächlichen Feststellung der Gründungsbereiche liegen wird. Im Bereich der

Alllastensanierung sind diese Hemmnisse noch gravierender. Bei der Festlegung von derartigen Vertrauensbereichen ist somit von wesentlich komplizierten Sachverhalten auszugehen als im Bereich Hochbauplanung. Die vorgeschlagenen Zuverlässigkeiten der Kostenermittlung sind daher als Kompromissannahmen anzusehen.

5.8.2 Anforderungen aus Sicht der Entscheidungsvorgänge

Die Kostenfrage ist für den Entscheidungstatbestand von wesentlicher Bedeutung. Es kann unterstellt werden, dass Entscheidungen auf Grundlage rechtlich machbarer Projekte vorwiegend von den berechneten Aufwendungen und prognostizierbaren Erträgen dominiert werden. Das bedeutet, dass der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung von Flächenrecyclingmaßnahmen entscheidende Bedeutung zukommt.

Im zeitlichen Ablauf wäre auf Grundlage der DIN 276 erstmals am Ende der Vorplanungsperiode ein verbindliches Kostenwerk verfügbar. Nach Ansicht der Autoren und aus der Sicht einschlägiger Praxis ist das jedoch keine praktikable Vorgehensweise. Es kann nicht unterstellt werden, dass die erste Kostenbetrachtung nach der Beauftragung und Durchführung erster Planungsaufgaben erfolgt. Die Praxis zeigt, dass bereits vor den normierten Kostenermittlungen sehr intensiv Planspiele mit dem Projekt und den zu erwartenden Kosten durchgeführt werden. Gleichfalls kann davon ausgegangen werden, dass zu den Planungsbereichen bestimmte Datenmengen bereits vorliegen. Insofern ist das gänzlich unbeplante Objekt des Flächenrecyclings eher die Ausnahme als die Regel.

Die obigen Feststellungen führen letztlich zur Frage, wie Kostenbetrachtungen in der Phase der Projektfindung vor den eigentlichen Planungsvorgängen ausgeführt werden und wie diese als Grundlage für weiterführende Maßnahmen dienen.

Der Prozess, der sich dieser Aufgabenstellung widmet sollte mit der Bezeichnung

Kostensimulationsmodell der Baufeldfreimachung

eingeführt werden.

In Anlehnung an die Praxis von Bauträgern oder Investoren wird ein System der simulierten Kostenermittlung für die Aufgaben der Baufeldfreimachung entwickelt.

5.9 Zusammenfassung

5.9.1 Ergebnisse der Systemanalyse

Im Ergebnis der vorangegangenen Betrachtungen sind folgende Schlüsse für die Aufgabenstellung des Forschungsvorhabens zu ziehen.

1. Die strukturellen Leistungsvorgaben der DIN 276 basieren vorwiegend auf den Aufgaben der planerischen und ausführungsseitigen Umsetzung von Investitionsvorhaben.
2. Die Aufgaben der Baufeldfreimachung in planerischer Hinsicht werden in der bestehenden DIN 276 nur in einem Punkt ausgewiesen, die gewerblichen Leistungen sind nur als Abbruch- und Altlastenbeseitigung vorhanden.
3. Die Baufeldfreimachung als Leistungsbestandteil im Flächenrecycling wurde bisher nur unzureichend im System der Kostenermittlung nach DIN 276 repräsentiert.

Das System der Kostenplanung auf Grundlage der DIN 276 wurde hinsichtlich der zeitlichen Abläufe unverändert übernommen.

5.9.2 Änderungen und Ergänzungen

1. Die Struktur der DIN 276 wurde auf die Anforderungen der Baufeldfreimachung ausgerichtet und ergänzt. Die planerischen Aufgaben wurden der *KGr 100 Grundstück* und die gewerblichen Aufgaben der *KGr 200 Herrichten und Erschließen* zugeordnet. Für beide Bereiche wurden entsprechende Leistungsbilder erarbeitet.
2. Die Kostengruppenstruktur wurde um die **Kostenträger** erweitert, da die DIN 276 keine weiteren Gliederungsebenen zur Verfügung stellt.
3. Die Systematik der Kostenermittlung nach Stufen unter Berücksichtigung der Gliederung nach Kostengruppenebenen wurde nicht verändert. Für die Kostenbetrachtung im Flächenrecycling wurde ein Vorschlag in Form eines Musters „Kostenrahmen“ erarbeitet.

5.9.3 Grundsätze und Thesen

1. Für die sach- und aufgabenbezogene Ermittlung von Kosten in den jeweiligen Stufen können ausschließlich die Fachplanungen herangezogen werden. Zumindest aus der rechtlichen Sicht der Verbindlichkeit der Aussagen lässt sich diesbezüglich kein anderer Verfahrensweg festlegen.
2. Kostenermittlungen sind an Fachwissen und spezifische Daten des jeweiligen Fachbereichs gebunden. Der Aufwand der Datenbeschaffung und die Ableitung von fachbereichsrelevanten Kosten können daher nur auf diesen Ebenen geschehen. Das betrifft sowohl den Aufwand der Planung als auch den der Ausführung.
3. Das Kostenermittlungssystem auf Grundlage der DIN 276 ist phasenbezogen ausgerichtet. Erste Kostenangaben sind erst nach Abschluss der Vorplanung verfügbar. Diese Vorgehensweise ist jedoch nicht ausreichend, um bereits eher notwendige Entscheidungen durch Kostenbetrachtungen zu stützen. Dieses System wird als **Kostensimulationsmodell** bezeichnet und füllt die Lücke vom Beginn eines Flächenrecycling-Projektes –Initialisierungsphase– bis zur ersten Stufe der DIN 276-gebundenen Kostenschätzung.

6 Kostensimulationsmodell

6.1 Grundsatzüberlegungen

Simulationsmodelle finden in der heutigen Praxis weitreichende Anwendungen. Überall dort, wo Beobachtungen und Untersuchungen an Prozessen im Original aus technischen, wirtschaftlichen oder anderen Gründen nicht durchführbar sind, werden die Untersuchungsgegenstände in Modellen abgebildet und erforscht.

Ohne auf eine weiterführende Darstellung der verschiedenen Aspekte einzugehen, wird für die folgende Aufgabe unterstellt:

1. Das zu erstellende Modell soll Kosten und Risiken der Baufeldfreimachung abbilden.
2. Die Aussagen der modellierten Prozesse sollen in mehreren Stufen die Zuverlässigkeit der Ergebnisaussagen erhöhen.
3. Zur besseren Handhabbarkeit des Modells ist eine computergestützte Lösung notwendig.

Zur grundsätzlichen Überlegung gehört die Beantwortung der Frage nach der Systemart des Modells. Prinzipiell sind:

- a) determinierte Modelle oder
- b) stochastische Modelle möglich.

Im Fall der determinierten Modellierung sind Zufallsprozesse oder Wahrscheinlichkeiten von Ereignissen und Prozessen ausgeschlossen. In stochastischen Modellen wird dieses Abbild der Praxis jedoch zur Grundlage der Modellierung.

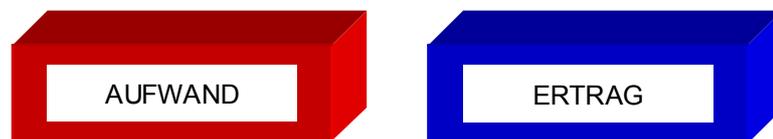
Hinsichtlich der Ergebnisrelevanz erzeugen determinierte Modelle bei gleichen Ausgangsgrößen immer gleiche Ergebnisse. Die stochastischen Modelle erzeugen jedoch bei gleichen Ausgangsgrößen unterschiedliche Ergebnisse. Zu sicheren Aussagen gelangt man bei stochastischen Modellen erst über Mittelwertberechnungen der Ergebnisse von mehreren Simulationläufen (statistisches Modellexperiment).

Unter Berücksichtigung der Aufgabenstellung des Forschungsvorhabens kann derzeit maximal die Entwicklung eines determinierten Modells vorgenommen werden.

Das System der Kostenermittlung basiert immer auf Annahmen in Form von Daten. Es ist nicht systemrelevant, ob Daten richtig oder falsch ermittelt oder eingegeben wurden. Das mathematische Modell kann nur berechnen, was an Ausgangsinformationen zur Verfügung gestellt und auf rechnerischen Wegen zu Ergebnissen transformiert werden kann. Sofern modellintern Analysen der vorgegebenen Daten möglich sind und die modellierten Sachverhalte mit ihren Datenmengen logische oder mathematische Fehlerprüfungen erlauben, sind diese Routinen zu entwickeln und zu implementieren.

Das Modell soll Nutzer hinsichtlich der fachlichen Anforderungen unterstützen und Routinen bereitstellen, die die Handhabung der Berechnungen erleichtern.

Die Ermittlung von Kostenberechnungen eines Vorhabens basiert in erster Linie auf der Wirtschaftlichkeitsbetrachtung der Gesamtmaßnahme. Daraus folgt, dass zwei Bestandteile notwendig sind:



Die Wirtschaftlichkeit bestimmt sich dann im Saldo der Maßnahme aus dem Ertrag abzüglich der Aufwendungen.

$$S_{\text{Projekt}} = E_{\text{Projekt}} - A_{\text{Projekt}}$$

mit $S_{\text{Projekt}} = \text{Projektsaldo}$

mit $A_{\text{Projekt}} = \Sigma \text{Maßnahmeaufwand}$ und

mit $E_{\text{Projekt}} = \Sigma \text{Erträge}$

Da die Beurteilung der Wirtschaftlichkeit eines Vorhabens nicht ausschließlich an einen positiven Saldo oder Ertrag gebunden sein kann, ist von drei Formen der Ergebnisinterpretation auszugehen:

$$S_{\text{Projekt}} < 0 \rightarrow \text{Aufwanddominiertes Ergebnis}$$

$S_{\text{Projekt}} = 0 \rightarrow$ Neutrales Ergebnis

$S_{\text{Projekt}} > 0 \rightarrow$ Ertragdominiertes Ergebnis.

Eine Wertung ist deshalb nicht zu empfehlen, weil im Flächenrecycling nicht zwingend ein Ertrag zu erreichen ist. Geht man z.B. von der Zielsetzung der Renaturierung einer Brache aus, so kann die Wirtschaftlichkeit der Renaturierung durch den geringsten Aufwand zur Herstellung der Zielvorgaben erreicht werden. Es ist also nicht Gegenstand der Berechnung, das Ergebnis als ertragsorientiert zu generieren, sondern ausschließlich als formales Abbild des Maßnahmesaldos darzustellen. Gleichsam ist dem Programm nicht zu unterstellen, eine Optimierung der Ergebnisse zu erreichen, da die Elemente, Beziehungen und Wechselwirkungen einer derart komplexen Erscheinung im Zuge der gestellten Forschungsaufgabe nicht zu lösen waren.

Schlussfolgernd beinhaltet das derzeitige Modell die Kostenerfassung von Aufwendungen für die Baufeldfreimachung von Projekten im Flächenrecycling.

Dazu gehören sowohl die planerischen als auch die gewerblichen Aspekte der Maßnahmen. Neben den Primäraktivitäten, wie Ingenieuraufgaben, Abbruch, Altlastensanierung, Kampfmittelräumung und Abfallwirtschaft wurden als sekundäre Leistungen Aufgaben, wie Baugrubensicherung, Baugrubenwasserhaltung und Asbestsanierungen für die Kostenschätzung gewerblicher Aufgaben zur Verfügung gestellt.

Im Bereich der Ingenieurplanungen wurden Module erstellt, die in Form von Leistungsbüchern Folgeschritte für die Planung, Erkundung, Bestandsaufnahme etc. als Definition von Tätigkeiten der nächsten Phase in der jeweiligen Planung einschließlich der Kostenplanung ermöglichen. Deren Form wurde in Anlehnung an Ausschreibungstexte gestaltet. Für diese Module stehen Standardleistungsbücher (Stammdaten) zur Verfügung, die durch den Nutzer individuell ausgestaltet werden können.

Die übergeordnete Struktur der Kostenermittlung ist die vorgeschlagene DIN 276-Struktur für das Flächenrecycling (DIN 276 FR). In dieser Struktur werden die ermittelten Kosten zusammengefasst und dargestellt.

Die vorgeschlagene DIN 276 FR stellt damit gleichzeitig das wesentliche Ergebnis der Systemanalyse dar. Im unterbreiteten DIN-Vorschlag sind die Haupt- und Subelementstrukturen erfasst und abgebildet.

Da zwischen wenigen Elementen „echte eineindeutige“ Beziehungen/Abhängigkeiten bestehen, ist die Beziehungsstruktur als mehrfach parallel und bedingt abhängig zu definieren. Es entsteht damit ein relativ loses Gefüge zwischen den einzelnen Haupt- und Subelementen. Ursächlich dafür ist, dass ein Teil der wesentlichen Beziehungen nur durch ihre lokale Definition, ihre Lage auf dem Grundstück, in „echte“ Beziehungen gesetzt werden können. Beispielhaft sollen dafür erforderlichen Rückbauaufgaben im örtlichen Zusammenhang mit Altlastensanierungsmaßnahmen für Boden genannt sein.

Derartige Beziehungsgefüge sind technisch wahrscheinlich nur über ein Geographisches Informationssystem automatisiert/teilautomatisiert zu lösen. Im Forschungsvorhaben stand jedoch eine derartige Lösung nicht zur Aufgabe und bleibt ggf. einer zukünftigen Entwicklungen vorbehalten.

Weiterhin ist bei den Anforderungen an eine kalkulatorische Lösung des Kostenermittlungsproblems für Flächenrecyclingmaßnahmen der Projektstatus zu beachten. Die Aufgabe im Forschungsvorhaben wurde so definiert, dass zu einem möglichst frühen Zeitpunkt Kostenangaben ermittelt werden sollen. In diesem Zusammenhang ist auf den, für diesen Zeitpunkt zu prognostizierenden, Datenbestand zu verweisen. Die Autoren gehen von davon aus, dass zu einem derartig frühen Zeitpunkt eher pauschale als detaillierte Projektangaben zur Verfügung stehen. Mit dieser Datenqualität kann aber auch nur erwartet werden, dass ein Ergebnis der Kostenberechnung mit relativ hohem Varianzbereich entsteht und damit nicht die Qualität der ersten Stufe der Kostenplanung nach DIN 276 (Kostenschätzung) erreichbar ist.

Für die Qualität der ermittelten Kosten aus dem Projektmodell kann deshalb nur die Qualität eines Kostenrahmens, der inhaltlich durch die DIN 276 nicht untersetzt aber zeitlich vor der Kostenschätzung angesetzt wird, erwartet werden.

Für die im Forschungsvorhaben geforderte zunehmende Kostensicherheit bei der Kostenkalkulation ist auf den Projektstatus zu verweisen. Die Kostensicherheit steht in direktem Zusammenhang mit der Informationssicherheit, die wiederum durch die

Ergebnisse der Fachplanungen determiniert wird. Aus diesem Grund ist die gestellte Aufgabe, zunehmende Kostensicherheit im Projektvorfeld darzustellen, in diesem Vorhaben nicht möglich und muss auch rechtlich in der Verantwortung der Fachplaner verbleiben. Das Simulationsmodell kann diese fachspezifischen Tätigkeiten wie Untersuchungen, Erarbeitung von Lösungsvarianten etc. nicht ersetzen.

Das entwickelte Systemmodell ist somit ein Hilfsmittel zur Ersterfassung von Kosten einer Flächenrecyclingmaßnahme vor Beginn der wesentlichen Fachplanungen mit dem Ziel, eine erste generelle Kostenübersicht zu einem noch nicht begonnen Projekt zu ermitteln. Zur technischen Umsetzung wurde eine Projektstudie zur Kostenermittlung und –darstellung mit der Bezeichnung **KONUS** (Kosten-Nutzen-Simulation für Maßnahmen im Flächenrecycling) entwickelt.

Für die Erfüllung der Aufgabenstellung des Forschungsvorhabens wird die Kostenseite/Aufwandsermittlung der Baufeldfreimachung herausgezogen.

Die Investitionskosten, der Investitionsaufwand und die Amortisierung der Gesamtaufwendungen wurde nicht dargestellt, da hierfür verschiedene Investitionsmodelle existieren. Eine spätere Implementierung derartiger Lösungen erfolgt im Zuge weiterer Softwareentwicklung.

Nachfolgend werden die Bestandteile anhand der softwarebasierten Lösung und die mathematischen Modelle erläuternd dargestellt. Die Umsetzung in eine rechnergestützte Lösung stellt damit das Ergebnis der Aufgabenstellung des Forschungsvorhabens dar

Bei der Darstellung der mathematischen Modelle wird auf wesentliche Lösungen eingegangen, da der überwiegende Teil der mathematischen Berechnungen auf einfachen Grundrechenoperationen beruhen.

Für den Programmablauf kann auf wenige, zwingend einzuhaltende Routinen verwiesen werden. Ursächlich dafür ist die weitgehend parallele Anlage der einzelnen Module. Sofern zwischen Modulen direkte Abhängigkeiten bestehen, wird in den Erläuterungen darauf verwiesen.

6.2 Mindestanforderungen an den verfügbaren Datenbestand

- | | |
|----------------|---|
| 1. Rückbau: | <p>Brutto-Rauminhalt oder Größe des umbauten Raumes; Grundflächen; grundlegend konstruktive Angaben zum Bauwerk, Art der Nutzung, Anteil kontaminierter Flächen;</p> <p>Angaben zu Länge, Breite und konstruktivem Grundaufbau von Verkehrs- und befestigten Flächen;</p> <p>Medienleitungen nach Art, Länge, Nennweite und Bauart</p> |
| 2. Altlasten | <p>Quellen als Brancheninformation einschl. der Branchenhistorie ab ca. 1900, Abschätzungen zu betroffenen Flächen oder Kubaturen,</p> |
| 3. Kampfmittel | <p>Flächenangaben und Arten des Kampfmittelverdachts</p> |
| 4. Sonstige | <p>Grundstücksgesamtgröße, Anteile der Flächennutzung nach Baunutzungsverordnung, Bodenwerte für Hauptnutzungsarten, grundstückswertbeeinflussende Faktoren (mindestens Verdacht oder Kenntnis von Aufschüttungen/Vergrabungen);</p> <p>ein repräsentatives Schichtenprofil einschl. Abstand der Grundwasserbasis und Grundwassermächtigkeit,</p> <p>Stand der gutachterlichen Arbeit, Stand bereits durchgeführter Maßnahme,</p> <p>Preiskennnisse in den preisbildenden Kategorien im lokalen Projektbereich.</p> |

Hinsichtlich der Altlastenbearbeitung ist mindestens von Grundkenntnissen im Bereich Bodenschutz/Altlasten sowie der Einschätzungsfähigkeit zur Beurteilung der lokalen Situation aus Sicht der Sanierungs-/Sicherungsmöglichkeiten sowie der wesentlichen Sanierungstechnologien auszugehen.

6.3 Strukturelemente, Beschreibung der Kostenermittlungen

6.3.1 Hauptelemente

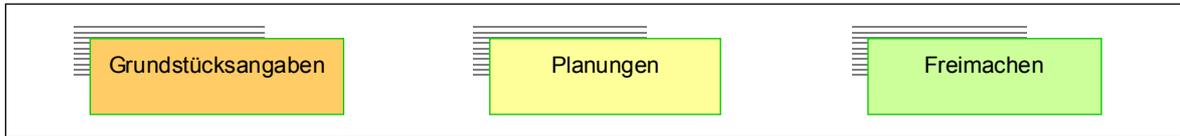


Abb. 42: Hauptstrukturelemente der Kostenberechnung

Gemäß der, für die DIN 276 FR abgeleiteten Strukturen, basiert das Kostenermittlungssystem auf:

1. Kostenermittlung für das Freimachen und
2. Kostermittlung für Planungsleistungen.

Die Grundstücksangaben sind als übergreifendes Instrument einzuordnen. In den entsprechenden Angaben befinden sich wichtige, beschreibende Daten der Liegenschaft aber auch Grundlagendaten für die Bereiche Freimachen und Planungen.

6.3.2 Freimachen

6.3.2.1 Grundlagen und Bestandteile

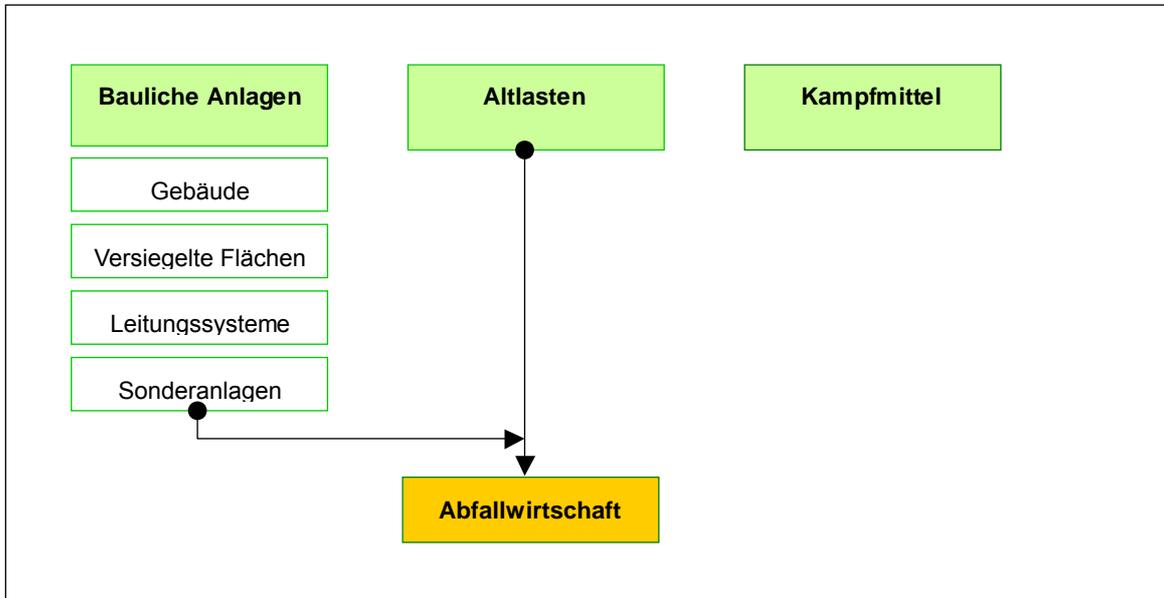


Abb. 43: Bestandteile der Kostenermittlung Freimachen

Die Kostermittlung Freimachen basiert auf den Primärelementen Bauliche Anlagen, Altlasten und Kampfmittel. Aus diesen werden bei Erfordernis die abfallwirtschaftlichen Daten abgeleitet.

Grundlage der nachfolgend dargestellten Modellierung für den Bereich Rückbau bildet das „Leistungsbuch Altlastensanierung Flächenentwicklung“ ECOS Umwelt GmbH Aachen, erstellt im Auftrag des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen 1998. Aus der Quelle wurden strukturelle und inhaltliche Angaben auf die Projektbedingungen transformiert.

6.3.2.2 Kalkulationsmodul Gebäude

Das Modell der Kostenberechnung für den Rückbau von Gebäuden basiert auf einer Zulagekalkulation mittels Koeffizienten auf der Grundlage folgender Parameter:

Basiskosten nach Brutto-Rauminhalt und Bauweise:

Gebäudetyp	m ³ UR	BRI-Gruppe		
		bis 3.000	3.000 -10.000	> 10.000
		€/m ³ uR	€/m ³ uR	€/m ³ uR
Skelettbauwerk		14	12	10
Wandbauwerk		10	9	8
Flach-/Hallenbau		12	10	9

Abb. 44: Kostenbasis für Gebäuderückbau

Auf Grundlage der Auswahlkriterien wird der Basispreis für das Objekt ermittelt. Nachfolgende Zuschlagskriterien werden gebildet:

Nach Nutzungsart:

Nutzungsart	Koeffizient
Wohn-, Verwaltungs-, Lehr-, Gesellschaftsbau	1,0
Gewerbe-, Handel-, Lager-, Technischer Zweckbau	1,2
Sportbauten	0,9

Abb. 45: Koeffizienten für Nutzungsart

Nach BRI-Klasse:

BRI-Klasse	Koeffizient
bis 3.000 m ³ BRI	1,1
3.000 bis 10.000 m ³ BRI	0,8
größer 10.000 m ³ BRI	0,7

Abb. 46: Koeffizienten für BRI-Klasse

Nach mittlerer Wand- und Deckenstärke

Wandstärken	Koeffizient	Deckenstärken	Koeffizient
bis 24 cm	1,0	bis 20 cm	1,0
größer 24 cm	1,2	größer 24 cm	1,1

Abb. 47: Koeffizienten für mittlere Wand- und Deckenstärke

nach Gebäudehöhen

Gebäudehöhe	Koeffizient
-------------	-------------

bis 15 m	1,0
größer 15 m	1,1

Abb. 48: Koeffizienten für Gebäudehöhen

Berechnungsbeispiel:

Bauwerk		Koeffizient K
Gebäudetyp	Skelettbauwerk 5.000 m ³ UR	
BRI-Klasse	3.000 – 10.000 m ³ UR	0,8
Nutzungsart	Gewerbe-, Handel-, Lager-, Technischer Zweckbau	1,2
Wandstärken	größer 24 cm	1,2
Deckenstärken	größer 20 cm	1,1
Gebäudehöhe	bis 15 m	1,0
Mittelwert [Summe K / Anzahl K]		1,02
Basiskosten	Skelettbauwerk 5.000 m ³ UR	12,00 €
Berechnungspreis [Mittelwert * Basiskosten]		12,24 €
Objektpreis [Basispreis * BRI]		61.200,00 €

Abb. 49: Beispielberechnung Rückbaukosten

Neben den Aufwendungen für den Rückbau von Gebäuden sind die Ermittlung der abfallwirtschaftlichen Daten für die Kostenermittlung von Bedeutung.

Als Grundlage für die Ermittlung wurde eine Studie des Institut für Wasserversorgung, Abwassertechnik, Abfalltechnik, Umwelt- und Raumplanung der TH Darmstadt –WAR Nr 98-, ISBN-Nr 3-923419-93-7 ausgewertet.

In dieser Studie wurden Erhebungen zum Bauwerksbestand in Berlin angestellt und die Ergebnisse aus Sicht der Abfallprognose aufbereitet.

Aus diesen Daten wurde eine Zusammenfassung für die Berechnung relevanter Abfallarten und Mengen nach Gebäudetyp abgeleitet.

Die Berechnungsgrundlage für die Abfallmengenenermittlung (in t) nach Abfallschlüssel bilden 100 m³ umbauter Raum (uR) des Gebäudes.

Abfalltabelle nach EVV und Gebäudtyp	Gebäudtyp	Skelett-BW	Wand-BW	Flach-BW
Abfallbezeichnung	EVV-Schl.Nr.	Menge	Menge	Menge
Beton	170101	38,6	20,7	31,43
Ziegel, Dachziegel	170102	0,935	22,4	0,0
Fliesen/Keramik	170103	0,075	0,095	0,053
Boden und Steine, Kunst-/Naturstein, Kies	170504	1,197	0,99	1,231
Gips	170802	2,25	8,63	4,037
FE und NE-Metalle	170404	0,84	0,24	0,21
Betonstahl, Stahl/Baustahl	170405	1,42	0,52	0,72
Glas	170202	0,1	0,08	0,05
Papier/Pappe	200101	0,0	0,0	0,0
Holz	170201	0,024	0,32	0,068
Asphalt/Bitumen	170302	0,024	0,054	0,024
Kunststoffe	170203	0,036	0,012	0,077
Dämmmaterial	170604	0,033	0,195	0,156
Kabel	170411	0,008	0,008	0,006
Baustoffe auf Asbestbasis	170605	0,0	0,0	0,0
Teppich/Textilien	200111	0,09	0,065	0,012

Abb. 50: Tabelle der Abfallkoeffizienten nach Gebäudtyp pro 100 m³ uR in t

$$\text{Abfallmenge der Abfallart} = (\text{uR}/100) * \text{Koeff}_{\text{Abfallmenge}}$$

Baugrube, Baugrubenwasserhaltung und Asbestrückbau

Zur Sicherung der Rückbauleistung sind zusätzliche Optionen, signifikante Leistungen, in Abhängigkeit der konkreten Objekteigenschaften zu berücksichtigen. Aus den vielfältigen Varianten wurden nur die Teile ausgewählt, die ggf. eine hohe Kostenrelevanz haben und die wahrscheinlich vor den eigentlichen Untersuchungen (Bestandsaufnahmen) erkennbar sind (frühen Status im Projekt beachten).

1. Baugrubensicherungen
2. Baugrubenwasserhaltung und
3. Asbestrückbau (weich gebunden).

Die Baugrubensicherungsmaßnahmen ergeben sich aus der Tiefe des Rückbaus unter Geländeoberkante. Vornehmlich auf Grundlage der DIN 4124 und der entstehenden Kosten für Baugruben und Gräben sind diese Maßnahmen zu berücksichtigen.

Für die Kostenbetrachtung werden 3 Varianten unterstellt:

1. Baugrube unverbaut,
2. Spundwand und
3. Verbau.

Baugrube unverbaut

Das **Baugrubenvolumen** für eine offene Baugrube wird mittels der Pyramidenstumpf-Formel errechnet. Als überschlägige Mengenermittlung wird auf explizite Bermberechnung verzichtet indem die Bemessung der Basis- und der Fläche der Baugrube auf Höhe Geländeoberkante großzügig dimensioniert wird.

$$V = \left(\frac{h}{3} * (AG + \sqrt{(AG * AD) + AD}) \right) \text{-Rauminhalt unterirdischer Bauraum}$$

mit

V = Volumen in m^3

h = Höhe der Kellergeschoss(e) in m

AD = Grundfläche in m^2 (Baugrubensohle)

AG = Fläche der offenen Baugrube auf Höhe Geländeoberkante in m^2

$$\text{Gesamtkosten} = BE + (\text{Volumen} * \text{Erdbaukostenkosten}) \quad \text{mit}$$

BE = Kosten der Baustellerichtung in €,

Volumen in m^3

Erdbaukosten = Kosten pro m^3 Bodenaushub in €,

Spundwandsicherung

Die Sicherung der Baugrube mittels Spundwand erfolgt über die Basisberechnung der Spundwandfläche. Dazu werden folgende Teilberechnungen durchgeführt:

Spundbohlelänge:

$$\text{Spundbohlenlänge} = 3 * \text{Kelleranzahl} * 1,5 \quad \text{mit}$$

3 = Konstante für Kellerhöhe 3,0 m,

Kelleranzahl = Anzahl der Kellergeschosse,

1,5 = Konstante für Einbindetiefe

Spundwandfläche

$$\text{Spundwandfläche} = \sqrt{\text{Grundfläche}} * 4,1 * \text{Spundbohlenlänge} \quad \text{mit}$$

$\sqrt{\text{Grundfläche}}$ = Länge einer Basis der Grundfläche in m

4,1 = Konstante für Gesamtumfang der Grundfläche

Die Kostenermittlung erfolgt mit den Teilkostenangaben:

- Baustellerichtung,
- Kosten pro m² Spundwandfläche,
- Vorhaltekosten und Vorhaltedauer.

Die Kostenermittlung erfolgt nach der Vorschrift:

$$\text{Gesamtkosten} = \text{BE} + (\text{Spundwandfläche} * \text{Spundwandkosten}) + (\text{Vorhaltezeit} * \text{Vorhaltekosten} * \text{Spundwandfläche})$$

BE = Kosten der Baustellerichtung in €,

Spundwandfläche in m²

Spundwandkosten = Kosten pro m² Spundwandfläche in €,

Vorhaltezeit = Dauer der Vorhaltung mit Auf- und Abbaudauer in Wochen,

Vorhaltekosten = Kosten der Vorhaltung in €/Woche.

Verbau

Die Berechnung der Verbauaufwendungen erfolgt analog dem Kalkulationsschema für Spundwände. Grundsätzlich sind Spundwand und Verbau als technische Alternativen betrachtet.

Baugrubenwasserhaltung

Die Erfordernis der Baugrubenwasserhaltung stellt sich ein, wenn die Gründung eines Objektes in den Bereich der gesättigten Bodenzone reicht oder anders ausgedrückt, wenn die Gründung des Gebäudes unterhalb des Grundwasserflurabstandes liegt.

Berechnungsgrundlagen:

- Grundwasserflurabstand,
- maximale Tiefe der Kellergeschosse,
- Grundfläche des Bauwerks.

Unter Zuhilfenahme vereinfachter Annahmen werden mittels der Reichweitenberechnung R der Absenkung nach SICHARDT (1928)

$$R = 3000 \cdot s \cdot \sqrt{k} \quad \text{mit}$$

R = Reichweite der Absenkung,

s = Absenkungsbetrag

k = Kf-Wert.

sowie der der Berechnung des Fassungsvermögens q nach SICHARDT (1928)

$$q = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot h \cdot (\sqrt{k} / 15) \text{ in m}^3/\text{s} \quad \text{mit}$$

$2 \cdot \pi \cdot r \cdot h$ = benetzte Filterfläche,

k = kf-Wert

q = Fördermenge

berechnet

Wegen der genannten, vereinfachten Annahmen wird grundsätzlich von Brunnen der Größe DN 125 ausgegangen. Die erforderlichen kf-Werte sind dem Schichtenprofil der Baugrundangaben zu entnehmen (Bedingung).

Die Anzahl der benötigten Brunnen ermittelt sich aus dem Quotient der Grundfläche und 75% des wirksamen Brunnenradius. Wegen der Rundung auf ganzzahlige Werte wird zusätzlich die Konstante 1 addiert.

$$\text{Anzahl Brunnen} = \text{Ganzzahl}[(\text{Gesamtfläche} / \text{Brunnenradius}^{75\%}) + 1]$$

Die Kostenermittlung teilt sich in 2 Bereiche:

- Baukosten und
- Betriebskosten

Die Baukosten gliedern sich in die Baustelleneinrichtung sowie die Kosten für den laufenden Meter Brunnenbau (Produkt aus Brunnenanzahl und Teufe der Brunnen).

$$\text{Baukosten} = \text{BE-Brunnenbau} + (\text{Länge der Brunnen} * \text{Kosten pro lfdm}) \text{ in €}$$

Die Betriebskosten werden über die Dauer der Absenkung errechnet. Dazu ist es erforderlich die Leistung des Rückbaus in m³ pro Tag zu definieren. Die Dauer ergibt sich aus dem Quotient des Bauvolumens in BRI in der gesättigten Bodenzone und der Abbruchleistung pro Tag. Für die Absenkung bis Unterkante des Bauwerkes werden grundsätzlich 8 Tage zur Dauer der Betriebszeit hinzuaddiert.

$$\text{Dauer} = (\text{BRI in gesättigter Bodenzone} / \text{Abbruchleistung pro Tag}) + 8 \text{ in d}$$

$$\text{Betriebskosten} = \text{Dauer} * \text{Förderleistung pro Tag} * \text{Kosten pro m}^3 \text{ in €}$$

Die Betriebskosten sind als Gesamtleistung einschließlich Gestellung, Vorhalten und Betreiben der Pumpen als Kosten pro m³ geförderten Baugrubenwassers anzugeben.

Die Kosten der Baugrubenwasserhaltung ermitteln sich dann nach der Vorschrift:

$$\text{Gesamtkosten} = \text{Baukosten} + \text{Betriebskosten} \text{ in €}$$

Asbestsanierung

Die Kostenermittlung Asbestsanierung basiert auf den Teilen:

Kosten der technischen Anlagen:

mit Personen- und Materialdekontaminationseinheit, Personal- und Materialschleusen, Unterdruckanlage mit Filtereinheiten

Zur Berechnung der Kosten der technischen Anlagen werden ermittelt:

Technische Anlagen = Kosten der Personendekontaminationseinheit + Kosten der
 Materialdekontaminationseinheit + Kosten der Personal- und
 Materialschleusen + Kosten der Unterdruckanlage mit
 Filtereinheiten in €

sowie der

Objektkosten (Betriebskosten)

Einhausungsfläche = Fläche pro lfd. m Gebäudefront * Gebäudeumfang * 1,5
 in m²

Der Koeffizient 1,5 wird für Überlappungen/Vorsprünge/Überhänge etc. eingefügt.

Objektkosten = (Einhausungsfläche * Kosten für Abschottung) + (Dauer * Kosten
 Vorhaltung der SW-Anlage) + (Dauer * Betreiben der
 Unterdruckanlage) in €

Dann ergeben sich die Gesamtkosten aus:

Gesamtkosten = Kosten der Technischen Anlagen + Objektkosten in €

6.3.2.3 Kalkulationsmodul versiegelte Flächen

Für den Bestandteil der Kostenermittlung versiegelte Flächen werden die Verkehrsflächen sowie andere befestigte Flächen (z. B. Lagerflächen) betrachtet.

Grundlage der Unterscheidung bilden vornehmlich bautechnische Unterschiede.

Die Flächenarten gliedern sich in folgende strukturelle und bauliche Elemente:

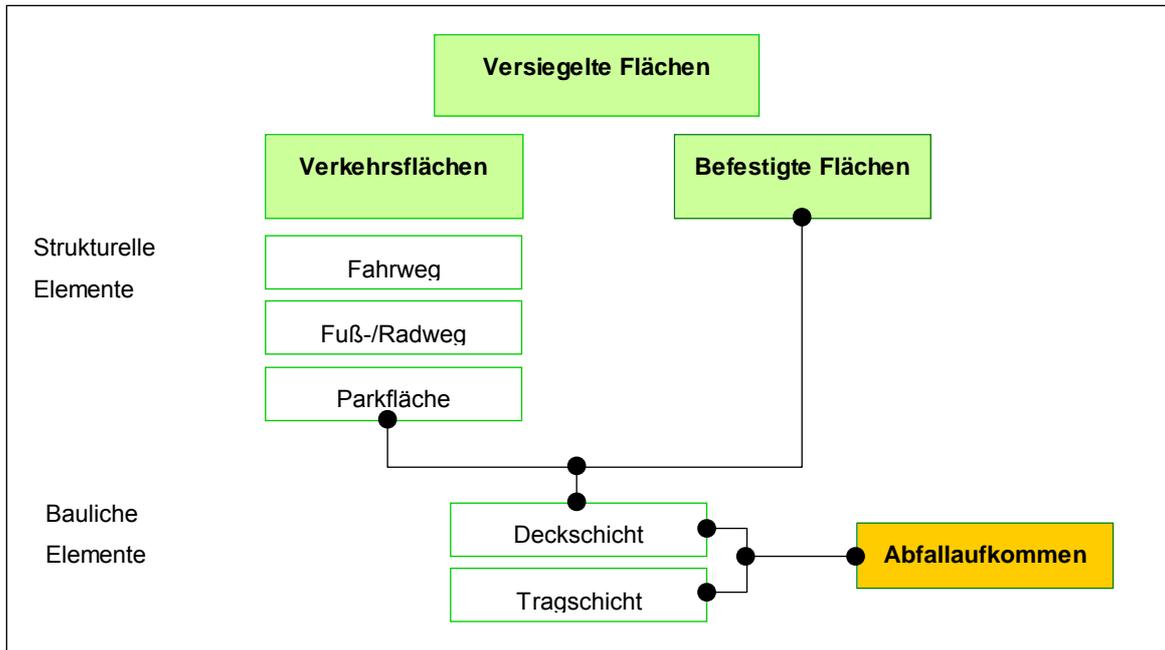


Abb. 51: Strukturelle Merkmale versiegelter Flächen

Grundlage der Berechnungen für Verkehrsflächen bilden die Hauptparameter Länge und Breite. Da die baulichen Eigenschaften für die Verkehrsflächelemente Fahrbahn, Rad-/Fußweg und Parkstreifen separate Optionen sein können, erfolgt die Flächenberechnung als Teilflächenberechnung der einzelnen Verkehrsflächelemente.

Zusätzlich zu den Abmessungen sind die baulichen Angaben der Verkehrsflächelemente erforderlich:

- Deckschicht- und
- Tragschichtmaterial,

die sowohl die Rückbaukosten als auch die Abfallmengenberechnungen beeinflussen.

Die nachfolgende Tabelle listet die wichtigsten Materialarten und durchschnittliche Stärken auf.

Deckschicht	Dicke	Tragschicht	Dicke
-------------	-------	-------------	-------

Deckschicht	Dicke	Tragschicht	Dicke
Asphalt teerfrei	0,10 m	Asphalt teerfrei	0,30 m
Asphalt teerhaltig	0,10 m	Asphalt teerhaltig	0,30 m
Betondecke	0,22 m	Hydr. Geb. Tragschicht	0,15 m
Betonfahrschulterplatte	0,22 m	Schotter	0,25 m
Beton Pflaster	0,10 m	Kies	0,3 m
Beton Gehwegplatten	0,05 m	Beton	0,20 m
Pflaster Naturstein	0,10 m		
Pflaster Holz	0,10 m		
Pflaster Metall	0,05 m		
Pflaster Ziegel	0,11 m		
RC Beton	0,30 m		
RC Ziegel	0,30 m		
Betonschwellen	0,25 m		
Holzschwellen	0,25 m		

Abb. 52: Materialliste und Schichtdicke der Flächenbefestigungen

Die Kostenberechnung der Abbruchleistungen erfolgt mittels Teilkostenberechnungen nach Materialart der Fläche.

Deckschicht	Kosten	Tragschicht	Kosten
Asphalt teerfrei	2,0	Asphalt teerfrei	1,0
Asphalt teerhaltig	2,0	Asphalt teerhaltig	1,0
Betondecke	3,0	Hydr. Geb. Tragschicht	1,0
Betonfahrschulterplatte	5,0	Schotter	1,0
Beton Pflaster	1,0	Kies	1,0
Beton Gehwegplatten	1,0	Beton	3,0
Pflaster Naturstein	1,0		
Pflaster Holz	2,0		
Pflaster Metall	2,0		
Pflaster Ziegel	2,0		
RC Beton	2,0		
RC Ziegel	2,0		
Betonschwellen	1,0		
Holzschwellen	1,0		

Abb. 53: Kostenliste der Flächenentsiegelung nach Materialarten in €/m²

Befestigte Flächen

Das Element dient der Erfassung von Flächen, die nicht der verkehrlichen Nutzung dienen. Grundelement der Berechnung bildet die Flächengröße. Die baulichen

Eigenschaften werden analog zu den Verkehrsflächen in Form der Deck- und Tragschicht bestimmt. Grundsätzlich erfolgt die Kostenermittlung nach:

$$\text{Kosten der Entsiegelung} = \text{Fläche} * \text{Rückbaukosten der Materialart}$$

sowie für die entstehenden Abfallmengen:

$$\text{Abfallmenge der Materialart} = \text{Fläche} * \text{Dicke} * \text{Dichte der Materialart}$$

6.3.2.4 Kalkulationsmodul Leitungsrückbau

Leitungssysteme sind nach Medienart zu unterscheiden, da diese differenzierte Rückbauaufwendungen erzeugen.

Folgende Medientypen werden in der Kostenberechnung betrachtet:

- Abwasser,
- Trinkwasser,
- Fernwärme und
- Gas.

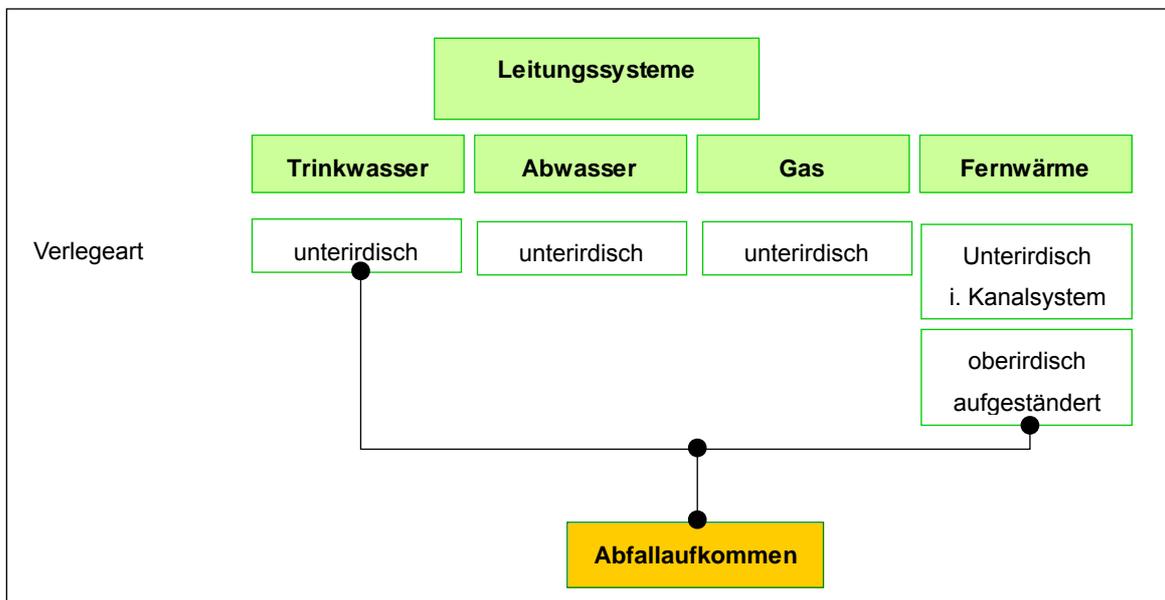


Abb. 54: Struktur Leitungssysteme

Elektroleitungen sowie Leitungen der Telekommunikation werden nicht gesondert berücksichtigt, da diese erfahrungsgemäß im Regelfall nicht selbstständig rückgebaut werden. Die Unterteilung der Medienarten wurde gewählt, da bei verschiedenen Leitungssystemen verschiedene Durchmesser, Bauweisen und Materialarten bzw. unterschiedliche Rückbauleistungen erforderlich werden und differenzierte Abfallarten/-mengen erzeugen.

Durchmesser	Material	Kanalmaterial	Fundament	Ständer
100	Steinzeug	Ziegel	Ziegel	Metall
200	Beton/Stahlbeton	Beton	Beton	Beton/Stahlbeton
300	Faserzement	Betonfertigteile	Stahlbeton	
500	PVC/PE			
1000	Stahl			
	Guss			

Abb. 55: Tabelle der Leitungsparameter

Für die Berechnung der Rückbauaufwendungen wird als Primärinformation die Leitungslänge benötigt. Weiterhin sind die Daten Leitungstyp, Leitungsmaterial und Durchmesser erforderlich. Für die Typen Abwasser, Trinkwasser und Gas wird grundsätzlich eine unterirdische Verlegung unterstellt. Insofern ist bei diesen Leitungstypen auch die Verlegetiefe zur Kostenermittlung relevant.

Für Fernwärme werden 2 Optionen betrachtet. Fernwärmeleitungen werden als unterirdische Verlegung in

- Leitungskanälen oder als
- aufgeständerte Leitungen berücksichtigt.

Leitungskanäle werden durch die Kanalquerschnittsfläche und die Materialart bestimmt.

Aufständungen definieren sich aus der Materialart für Fundamente und Ständer sowie deren Massen und dem mittleren Abstand der einzelnen Aufständungen.

Die Kostenermittlung erfolgt getrennt nach Bauweise und Verlegeparametern. Dazu werden folgende Gewerkeleistungen berechnet:

- Erdbau für unterirdische Systeme,
- Brennschweißen für Stahlrohre, Stahlständer,
- Unterirdischer Abbruch für Leitungskanäle,
- Oberirdischer Abbruch für Aufständungen und
- Reinigungsleistungen für Gasleitungen.

Die Auswahl der notwendigen Gewerke ergibt sich aus den Leitungstypen.

Leitungstyp	Erdbau	Unterirdischer Abbruch	Oberirdischer Abbruch	Reinigung	Brennschweißen
Abwasser					
Trinkwasser					
Fernwärme (Kanalverlegung)					
Fernwärme (aufgeständert)					
Gas					

Abb. 56: Gewerkeleistungen Leitungsabbruch

Die Kostenermittlung wird über die Teilleistungsberechnung der Gewerkeleistungen durchgeführt. Die Summe der notwendigen Teilkosten ergibt die Kosten für den Leitungsrückbau.

Im letzten Berechnungsschritt werden die Abfallmengen aus den Leitungsparametern generiert.

6.3.2.5 Kalkulationsmodul Sonderanlagen

Gegenstand des Moduls ist die Kostenermittlung verschiedener Bauwerke oder baulicher Anlagen, die nicht in den Standard –Gebäuderückbau- aufgenommen werden können.

Bezeichnung
Unterirdische Tankanlagen
Leichtstoffabscheider
Abwasseranlagen ohne Leitungen
Kühltürme
Hochsiloplanlagen
Industrieschornsteine
Stützmauern
Bunkeranlagen
Unterirdische Fundamente (Baulast ohne Funktion)

Abb. 57: Tabelle der Sonderbauwerke

Zur Realisierung der Kostenschätzung werden die Abbruchkosten von Sonderbauwerken aus Basiskosten und Zulagen ermittelt.

1.	Industrieschornsteine bis 20 m Höhe,		45,00 €/m ³ uR
	Zulagen:		
		Höhe bis 20 m	1,0
		Höhe 20-50 m	1,2
		Höhe > 50 m	1,4
		Mauerwerk	1,0
		Stahl	0,9
		Stahlbeton	1,2
		Wandstärken bis 0,5 m	1,0
		>0,5 m	1,2
2.	Kühltürme, Hochsilos		20,00 €/m ³ uR
	Zulagen:		
		Höhe bis 20 m	1,0
		Höhe 20-50 m	1,2
		Höhe > 50 m	1,3
		Stahl	0,9
		Stahlbeton	1,2

3.	Stützmauern, kompakte Fundamente			30,00 €/m ³ fM
	Zulagen:	Stärke bis 2 m	1,0	(fM - feste Masse)
		Stärke > 2 m	1,3	
		Mauerwerk	1,0	
		Beton	1,2	
		Stahlbeton	1,3	
4.	Tankanlagen (Behältervolumen)			5,00 €/ m ³
	(erdverlegt ohne Sicherungsbauwerke)			
	Zulagen:	Volumen bis 60 m ³	1,0	
		Volumen 60 – 100 m ³	1,1	
		Volumen 100 .1000 m ³	1,4	
		Volumen > 1.000 m ³	2,0	
5.	Leichtstoffabscheider; Abwasseranlagen			10,00 €/m ³ uR
	Zulagen:	Mauerwerk	1,0	
		Beton	1,2	
		Stahlbeton	1,3	
6.	Bunker,			60,00 €/m ³ uR
	Zulagen:	Stärke bis 2 m	1,0	
		Stärke > 2 m	1,5	

Für die Reinigung von:

1.	Tankanlagen (Behältervolumen)	3,00 €/m ³
2.	Leichtstoffabscheider/Abwasseranlagen	2,00 €/m ³ uR

Entsorgung von Restinhalten

1.	Tankanlagen Mineralöle/Treibstoffe	120,00 €/m ³
2.	Leichtstoffabscheider/ Abwasseranlagen	105,00 €/m ³ 4,00 €/m ³ uR

Die Abfallmengenermittlung kann auf Grund der Bauwerkspezifika nur in Teilen durch das automatisierte Berechnen erfolgen. Dazu werden folgende Koeffizienten vereinbart:

	Anteil feste Masse	Abfallart
Industrieschornsteine	40%	nach stofflicher Bestimmung
Kühltürme, Hochsilos	10%	nach stofflicher Bestimmung
Stützmauern, kompakte Fundamente	100%	nach stofflicher Bestimmung
Tankanlagen	ohne	170405 Eisen und Stahl
Leichtstoffabscheider; Abwasseranlagen	10%	nach stofflicher Bestimmung
Bunker	40%	Stahlbeton
Restinhalte Tankbehälter	100%	aus Gruppe 130000 Ölabfälle und Abfälle aus flüssigen Brennstoffen
Restinhalte Leichtstoffabscheider	100%	130507 ölhaltiges Wasser aus.... 130502 Schlämme aus Öl-/Wasserabscheidern
Restinhalte aus Abwasseranlagen	100%	190800 Abfälle aus Abwasseranlagen....

Für den Bauwerksabbruch sind folgende Hauptabfallarten relevant

- 170101 Beton,
- 170102 Ziegel
- 170405 Eisen und Stahl

Insgesamt werden 30 verschiedene Abfallarten in den Modulen verarbeitet.

6.3.2.6 Kalkulationsmodul Altlasten

Die Altlastenproblematik ist die komplexeste Angelegenheit bei der Kostenermittlung im Flächenrecycling.

In Forschung und Entwicklung wurden vielfältige Versuche unternommen eine Kostenkalkulation zu entwickeln. Es ist nicht verwunderlich, wenn diese Systeme in der Praxis sehr kritischen Bewertungen und Beurteilungen unterzogen wurden. Nach Ansicht der Autoren sind dabei nicht immer die Bedingungen der Modelle für die entsprechende Kritik ausreichend zugrunde gelegt worden. Alle Modelle basieren auf einerseits weitläufigen, globalen Annahmen, da spezielle Daten noch nicht zur Verfügung stehen oder stehen können. Andererseits soll versucht werden eine Kostenschätzung zu einem möglichst frühen Zeitpunkt zu generieren.

Es ergibt sich somit zwangsläufig der Konflikt, der später Gegenstand der meisten negativen Bewertungen derartiger Modelle darstellt. Es kann nicht ernsthaft erwartet werden, zuverlässige Ergebnisse zu generieren, wenn die Ausgangsdaten nicht die dafür erforderliche Qualität besitzen. Insofern bleibt jede Modellierung besonders im Bereich der Altlastenkostenschätzungen nur das Abbild der in der Regel „unscharfen“ Anfangsdaten.

Selbst aus der Sanierungspraxis, die auf Untersuchungen basiert, ist bekannt, dass trotz der teilweisen auch sehr intensiven Erkundungen und Planungen die Ergebnisse oft deutlich von den geplanten Kosten abweichen.

Die Unsicherheit von Kostenschätzungen ist also problembedingt und liegt in der komplizierten Natur eines Altlastenschadens, der sich einer vollständigen und zuverlässigen Erkundung mit heutigen Methoden noch verschließt.

Diese grundsätzliche Einschätzung soll aber auf keinen Fall jedweden Versuch einer frühen Kostenschätzung vereiteln. Nach Auffassung der Autoren ist es wichtig, Kostenangaben zu einem frühen Zeitpunkt abzuleiten, um wenigstens eine gewisse Kostengröße für die Altlastenaufwendungen betrachten zu können. Sehr wichtig dabei ist aber der richtige Umgang mit den Ergebnissen. Oft werden die Zahlenwerke

hinsichtlich ihrer Zuverlässigkeit überbewertet und die Grenzen und Bedingungen unter denen die Ermittlung stattfand negiert.

Wissentlich, dass diese Probleme auch nicht im Rahmen dieser Forschungsarbeit endgültig zu lösen sind, wird ein Modell zur Kostenermittlung vorgestellt.

Wegen der bereits mehrfach dargestellten besonderen Situation dieser Kostenermittlung (Projektvorphase) müssen folgende Einschränkungen/Bedingungen vorgenommen werden.

1. Die Kostenermittlung wird auf Grundlage gewerblicher Nutzungen (Branchen) durchgeführt.
2. Die Betrachtung bezieht sich primär auf das Kompartiment Boden.

Der Methodik setzt sich aus zwei wesentlichen Bestandteilen zusammen:

1. Abgrenzung sanierungswürdiger Fälle,
 2. Berechnung der Kosten auf Grundlage einer Technologieauswahl.
3. Eine eigenständige Grundwassersanierung wird nicht angeboten, weil anzunehmen ist, dass die dafür erforderlichen, speziellen Daten zu diesem frühen Zeitpunkt noch nicht zur Verfügung stehen können. Bezogen auf den potentiellen Nutzerkreis der Kostenermittlung sind die fachspezifischen Anforderungen der Beurteilung von Grundwassersanierungen nicht als Voraussetzung dieser Anwendung definierbar.

Die Grundwasserproblematik wird derzeit nur in Form der Baugrubenwasserhaltungsmaßnahmen als Reinigungsleistung betrachtet.

Aus der Vielzahl bestehender Methodiken zur Altlastenproblematik wurde für das Forschungsziel eine Kombination aus adaptierten Varianten der „Sächsischen Altlastenmethodik“ und der Methodik von „KOSAL“ ausgewählt.

Die Vorgehensweise nach Sächsischer Altlastenmethodik (Boden) wurde gewählt, um eine Erstbeurteilung und Selektion der Verdachtsfälle vornehmen zu können. Nach Abarbeitung der Methodik wird eine Entscheidung generiert, ob der Verdachtsfall aktive Sanierungsmaßnahmen erforderlich macht und eine Kostenbetrachtung erfolgen muss.

Die Kostenermittlung basiert grundlegend auf der Methodik von „KOSAL“. Dieses Modell kommt hinsichtlich der Datenvoraussetzungen, Berechnungsgrundlagen und Ergebnissen den Anforderungen des Forschungsvorhabens am nächsten. Es ist anzumerken, dass „KOSAL“ nicht „übernommen“ sondern lediglich grundlegende Schritte und Datengrundlagen adaptiert wurden.

Auswahl von Sanierungsfällen

Grundlage der Bearbeitung von Altlastenfällen ist die Definition der gewerblichen Nutzungshistorie in 5 Zeitabschnitten sowie das Vorhandensein und die Art von Ablagerungen/Auffüllungen auf dem Grundstück.

Eine andere Betrachtung der „Altlastenverdachtsfälle“ wird nicht angeboten, weil ansonsten eine Einzelflächen-/Einzelfallbearbeitung zugrunde liegen würde. Wie bereits oben ausgeführt, werden die zum Zeitpunkt der Kostenermittlung wahrscheinlich verfügbaren Informationen zugrunde gelegt. Eine detaillierte Kenntnis einzelner Flächen kann dabei nicht vorausgesetzt werden. Insofern ist die branchenabhängige Fallbearbeitung der einzugehende Kompromiss.

Die zeitliche Abgrenzung erfolgt in den Perioden

1	2	3	4	5
bis 1935	1936 - 1945	1946 - 1955	1956 - 1975	1976 - heute

Abb. 58: Nutzungsperioden

Für jede Periode besteht die Möglichkeit aus der nachfolgen dargestellten Branchentabelle die Nutzungsart der Grundstücksflächen zu bestimmen.

Die Auswahl wurde dabei auf 24 Branchen begrenzt. Zusätzlich sind 3 Arten von Ablagerungen oder Vergrabungen zu definieren.

Entsprechen der Branchenauswahl können berechnungsrelevanten Angaben aus der Branchenauswahl generiert werden. Dazu gehören:

- a) der R0-Wert als Ausdruck des Branchegefährdungsgrades,

b) die typische Schadstoffinventarisierung der Branche.

Beide Angaben beruhen auf angepassten Auszügen der Tabellenwerte der „Sächsischen Altlastenmethodik“.

Branchenbezeichnung	R0-Wert	PCB	PAK	Phenole	MKW	BTEX	CKW	Nitroarmonaten	Schwermetalle	Cyanide	Arsen	Quecksilber
Steinkohlebergbau	5	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein
Kokerei	6	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein
Gaswerk	6	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja
Nichteisen Erzbergbau	6	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein
Mineralölverarbeitung	6	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Industrie Steine/Erde	3	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Eisen-/Stahl-/Warmwalzwerke	6	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein
Nichteisen Metallhütten	5	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Gießerei	6	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
Maschinenbau/Metallverarbeitung	6	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein
Kraftfahrzeuge/Tankstellen/Verkehr	6	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
Batterien/Akku-Herstellung, -Lagerung, -Instands.	5	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
Elektrotechnik	6	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Fotolabore, Fotochem. Erzeugnisse	5	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein
Sprengstoffe, Pyrotechnik	6	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein
Keramische-/Glas- Werke	5	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
Lacke, Farbenherstellung, -lagerung	6	Ja	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
Gasproduktion	6	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein
Holzverarbeitung	5	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Herstellung Papier, Pappe, Zellstoff	5	Ja	Nein	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
Druckereindustrie	5	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
Textilindustrie	6	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Chemische Reinigung	6	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Nahrung, Futtermittel	5	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein
Industriemüllablagerung	6	Ja	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein	Nein
Hausmüllablagerungen	6	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein	Nein
Bauschuttablagerungen	5	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein

Abb. 59: Tabelle der Branchen mit R0-Wert und Schadstoffinventar

Bearbeitungsschritt 1: Bestimmung der Nutzung nach Nutzungsperioden

Zur Ermittlung kostenrelevanten Angaben müssen die gewerblichen Nutzungen hinsichtlich der Einordnung in die 5 Nutzungsperioden und/oder die Art der Ablagerung/Vergrabung bestimmt werden.

Periode	Nutzungsart
bis 1935	Gießerei
1936 - 1945	Gießerei
1946 - 1955	k. A.
1956 - 1975	Kraftfahrzeuge/Tankstellen/Verkehr
1976 - heute	Kraftfahrzeuge/Tankstellen/Verkehr
Aufschüttung/Vergrabung	Hausmüllablagerungen

Abb. 60: Beispiel der Fallbearbeitung

In Folge der Auswahl werden für die folgenden Berechnungen bereitgestellt:

Branchenbezeichnung	R0-Wert	PCB	PAK	Phenole	MKW	BTEX	CKW	Nitroarmonaten	Schwermetalle	Cyanide	Arsen	Quecksilber
Gießerei	6											
Kraftfahrzeuge/Tankstellen/Verkehr	6											
Hausmüllablagerungen	6											

Abb. 61: R0-Wert und Schadstoffinventar

Als ein wesentliches Kriterium ist zu prüfen, ob die Nutzungen auf einer oder mehreren Flächen stattfanden.

Daraus folgt, dass die Bestimmung der Anzahl von Altlastenverdachtsflächen (ALVF) und die Zuordnung der Nutzung zur betreffenden Altlastenverdachtsflächen (ALVF-Nummer) notwendig werden.

Periode	Nutzungsart	ALVF-Nr.
bis 1935	Gießerei	1
1936 - 1945	Gießerei	1
1946 - 1955	k. A.	
1956 - 1975	Kraftfahrzeuge/Tankstellen/Verkehr	2
1976 - heute	Kraftfahrzeuge/Tankstellen/Verkehr	2
Aufschüttung/Vergrabung	Hausmüllablagerungen	2

Abb. 62: Beispiel Bestimmung der Anzahl und Zuordnung von Verdachtsfällen

Am Beispiel werden 2 ALVF bestimmt.

Die erste Fläche wird der Branche Gießerei in der Zeit von vor 1935 bis 1945 zugeordnet. Eine zweite Fläche stellt die Kombination aus der Branche „Kraftfahrzeuge,...“ in der Periode 1955 bis heute und einer Ablagerung/Vergrabung vom Typ „Hausmüll“ dar. Im Fall 2 wird demzufolge eine Kombination zu betrachten sein, während der Fall 1 eine „homogene, branchenbasierte“ Betrachtung erfordert.

Die Vorgehensweise dient der Vermeidung von Fallbetrachtungen auf gleichen Flächen. Sie stellt damit sicher, dass eine fehlerhafte Betrachtung ausgeschlossen wird. Voraussetzung dafür ist jedoch die Kenntnis über Branchennutzung, Nutzungsperiode und Lage auf dem Grundstück. Diese Angaben sind zwingend erforderlich und stellen somit das Maß der Mindestinformationen dar.

Sofern eine Betrachtung nach Fall 2 (mehrere Branchen) vorliegt, werden die Branchenangaben bzw. die Angaben der Auffüllung/Vergrabung zusammengefasst.

Branchenbezeichnung: mehrere Branchen

R0-Wert: höchster Wert aus den einzelnen Branchen

Schadstoffinventar: alle Schadstoffe aus den Branchen.

Am vorliegenden Beispiel entstehen 2 Altlastenverdachtsfälle mit folgenden Daten:

Fall	Branchenbezeichnung	R0-Wert	PCB	PAK	Phenole	MKW	BTEX	CKW	Nitroarmonaten	Schwermetalle	Cyanide	Arsen	Quecksilber
1	Gießerei	6	■	■			■	■		■			
	Kraftfahrzeuge/Tankstellen/Verkehr	6				■	■	■		■			
	Hausmüllablagerungen	6	■	■	■	■	■			■	■		
	Zusammenfassung	▼	▼							▼			
2	mehrere Branchen	6	■	■	■	■	■	■		■	■		

Abb. 63: Zusammenfassung zu Altlastenverdachtsfällen

Für die Weiterführung der Altlastenkostenermittlung wird mit den Altlastenverdachtsflächen –ALVF- fortgesetzt.

Fall	Branchenbezeichnung	R0-Wert	PCB	PAK	Phenole	MKW	BTEX	CKW	Nitroarmonaten	Schwermetalle	Cyanide	Arsen	Quecksilber
1	Gießerei	6	■	■			■	■		■			
2	mehrere Branchen	6	■	■	■	■	■	■		■	■		

Abb. 64: ALVF-Fälle

Bearbeitungsschritt 2: „Sanierungswürdigkeit“ feststellen

Ein weiteres Abgrenzungskriterium ist die Sanierungswürdigkeit. Dies wird in Anlehnung an die „Sächsische Altlastenmethodik“ ermittelt.

Betrachtet werden die Komponenten:

- a) Branche und Schadstoffe R0-Wert (Grundgefährdung)

Komponente b) Austrag

In „Austrag“ erfolgt die Flächen- oder Volumenerfassung der ALVF sowie die Koeffizientenermittlung K-Wert. Die Daten der Flächen oder Volumina sind aus der zitierten Methodik übernommen und in Form von Bereichen angelegt, um die notwendigen Koeffizient ableiten zu können. Unabhängig davon ist eine konkrete Flächen- oder Volumenangabe erforderlich, weil die vorgegebenen Bereiche in Volumen oder Fläche zu undifferenziert sind und damit eine relativ hohe Fehlergefahr darstellen.

Volumengruppe in m ³	K von M		Flächengruppe in m ²	K von M
>1.000.000	1,2		> 1.000	1,2
100.000 – 1.000.000	1,1		500 – 1.000	1,1
10.000 – 100.000	1,0		100 - 500	1,0
1.000 – 10.000	0,9		50 - 100	0,9
< 1.000	0,8		< 50	0,8

Abb. 66: Tabelle der K-Werte für Flächen und Volumen

Für die Beispielberechnung wird eine Fläche > 1.000 m² angenommen. Daraus folgt gemäß Abbildung 64 der **K-Wert = 1,2**

Die mathematische Verknüpfung zwischen R0-Wert und K-Wert erfolgt aus dem Produkt $R0 * K = M1$.

Für das Beispiel: **M1 = 6 * 1,2 = 7,2**

Komponente c) Eintrag

Nach der Sächsischen Altlastenmethodik“ werden mehrere Fälle unterschieden. Für die hier notwendige Betrachtung ist jedoch lediglich der Fall, dass die ALVF selbst das Schutzgut darstellt von Bedeutung. Für diesen Fall ergibt der **K-Wert = 1,2**.

Aus dem Produkt aus M1 und dem K-Wert für „Eintrag“ wird der M2-Wert ermittelt.

$$M1 * K = M2$$

Für das Beispiel: **M2 = 7,2 * 1,2 = 8,6**

Komponente d) Transport

Unter der Überschrift „Transport“ werden die Eigenschaften Abbauverhalten der Schadstoffe, Toxizität von Abbauprodukten, Stoffeigenschaften im Boden sowie Sichtbarkeit der Wirkungen zusammengefasst.

Abbauverhalten	K1 von M	Stärkere, giftige Abbauprod.	K2 von M	Stoffeigenschaften.	K3 von M	Wirkungen	K4 von M
vernachlässigbar	1,0	ja	0,1	leicht löslich	-0,1	sichtbar	0,2
möglich	0,9	nein	0,0	leicht flüchtig	-0,1	nicht sichtbar	0,0
relevant	0,8			sonstige	0,0		

Abb. 67: Tabelle der K-Werte für „Transporteigenschaften“

Eine beispielhafte Auswahl stellen die fett markierten Angaben dar. Für die Ermittlung des K-Wertes der Komponente „Transport“ sind die Einzelkoeffizient zu summieren:

$$K\text{-Wert} = K1 + K2 + K3 + K4$$

Für das gewählte Beispiel:

$$K = 0,9 + 0,1 + 0,0 + 0,2 = 1,2$$

Die Ermittlung des M3-Wertes

$$M2 * K = M3$$

$$M3 = 8,6 * 1,2 = 10,3$$

Komponente e) Bedeutung

Diese Komponente bewertet die zukünftige Nutzung.

Geplante Nutzung der Verdachtsfläche	K1 von M
--------------------------------------	----------

Kinderspielplatz	1,3
Land-/Forstwirtschaftliche Fläche	1,2
Wohnen	1,0
Freizeit	0,9
Gewerbe/Industrie	0,8
hohe ökologische Bedeutung (NSG, LSG usw.)	1,1
ökologische Bedeutung (z.B. natürliche Landschaft)	0,8
geringe ökologische Bedeutung (z. B. anthropogen verändert)	0,4

Abb. 68: Koeffizienten K „Bedeutung“

Die Beispielauswahl ist fett markiert. K-Wert = 0,8

Die Ermittlung des M4-Wertes $M3 * K = M4$

$$M4 = 10,3 * 0,8 = 8,3$$

Der M4-Wert als abschließender Koeffizient der Erstbewertung stellt die gewichtete Gefährdungszahl der ALVF dar.

Die Bewertung des ermittelten M4-Wertes erfolgt durch einfache Grenzbetrachtung.

Unterschieden werden die Fälle:

- $0 \leq M4 < 4$ ALVF ist nicht sanierungsrelevant
- $M4 \geq 4$ ALVF ist sanierungsrelevant.

Durch diese Definition werden alle Verdachtsfälle von untergeordneter Bedeutung aus der weiteren Betrachtung ausgeschlossen. Die Erstbewertung ist somit ein relativ einfaches Mittel, um Bagatellfälle auszugrenzen.

Bearbeitungsschritt 3

Technologie- und Kostenermittlung:

Der nachfolgende Kostenermittlungsteil wurde in Anlehnung an das Forschungsvorhaben

„Entwicklung einer Systematik zur Kostenermittlung bei Altlastensanierung –KOSAL–“

der focon-Ingenieurgesellschaft und des TÜV Rheinland im Auftrag des Umweltbundesamtes gestaltet.

Entsprechend der Aufgabenstellung und der Besonderheiten in diesem Forschungsvorhaben wurde eine vereinfachte Applikation entwickelt, die weniger spezifische Altlastenkenntnisse voraussetzt (Nutzerspektrum des Forschungsergebnisses war zu beachten). In der Bearbeitung eines ALV-Falls werden die Stoffe und Stoffeigenschaften, die geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse und mögliche Technologien bewertet und letztlich in einem Punktesystem berechnet und systematisiert. Hinsichtlich der Technologieauswahl und Bewertung werden einschränkend zu KOSAL nur ausgewählte Technologien übernommen.

In der Technologieliste sind folgende Verfahrensgruppen erfasst:

Umlagerung:

- Entnahme oder Bodenaustausch.

On-site-Verfahren:

- Bodenwäsche, - biologische Sanierung.

Off-site-Verfahren:

- Bodenwäsche, - biologische Sanierung, - Verbrennung.

Abdeckungen:

- Mineralische Abdeckung, - Kombinationsabdeckung.

Einkapselung:

- Spundwand, - Schlitzwand.

Bei der Ermittlung der relevanten Technologien für den konkreten ALV-Fall werden Ausschlussstatbestände generiert.

- a) Ausschluss der On-site Maßnahmen
- b) Ausschluss der Sicherungsmaßnahmen Abdeckung und Einkapselung

c) Ausschluss biologischer Verfahren bei Vorhandensein von Schwermetallen.

Die Ausschlüsse (a) und (b) sind durch Auswahl entsprechender Optionen vorzunehmen. Die Bewertung der Möglichkeit von On-site- oder Sicherungsmaßnahmen begründet sich auf 2 Kriterien:

- a) Die Maßnahmen müssen grundsätzlich genehmigungsfähig sein und
- b) die Liegenschaft/das Grundstück muss entsprechende Voraussetzungen, vorwiegend ausreichend Fläche, besitzen.

Der Ausschluss biologischer Verfahren ist an das Vorhandensein von Schwermetallen in der Schadstoffmatrix der ALVF gebunden und wird aus der branchentypischen Schadstoffinventarisierung ermittelt.

Für die Berechnung der Ausbreitung ist ein Schichtenprofil mit den Angaben Bodenart, kf-Wert der Schicht, Teufe, Grundwasserflurabstand und –mächtigkeit zwingend erforderlich.

Für die Ermittlung der Sanierungskosten werden eine schadstoffbezogene und eine technologiebasierte Komponente herangezogen. Die Basisdaten zu den Schadstoffeigenschaften und Sanierungstechnologien sind in nachfolgender Tabelle abgebildet.

Stoffname	Stoff GZ oral	Stoff GZ inhalativ	Migration	Umlagerung	On-site-Bodenwäsche	On-site-Biologie	Off-site-Verbrennung	Off-site-Bodenwäsche	Off-site-Biologie	Abdeckung mineralisch	Abdeckung Kombi	Spundwand	Schlitzwand	Grundwasserreinigung	Gastfassung
MKW	27	27	2	4	4	3	4	4	3	4	4	2	3	4	0
PCB	65	62	1	2	4	0	4	4	0	4	4	3	4	1	0
PAK	64	64	1	4	4	1	0	4	1	4	4	4	4	1	0
BTEX	39	39	3	4	4	3	4	4	2	4	4	4	4	2	4
CKW	44	20	4	1	4	0	3	4	1	3	4	2	3	2	4
Phenole	55	55	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	0
Nitroaromaten	12	12	2	3	4	0	4	0	0	4	4	3	4	2	0
Schwermetalle	52	41	2	4	4	0	0	4	0	4	4	4	4	2	0
Cyanide	28	28	2	4	4	0	0	4	0	4	4	4	4	3	0

Stoffname	Stoff GZ oral	Stoff GZ inhalativ	Migration	Umlagerung	On-site-Bodenwäsche	On-site-Biologie	Off-site-Verbrennung	Off-site-Bodenwäsche	Off-site-Biologie	Abdeckung mineralisch	Abdeckung Kombi	Spundwand	Schlitzwand	Grundwasserreinigung	Gasfassung
Quecksilber	46	46	2	4	4	0	4	4	0	4	4	4	4	2	0
Arsen	66	65	2	4	4	0	4	4	0	4	4	4	4	3	0

Abb. 69: Tabelle der Schadstoffeigenschaften und Eignung für Sanierungstechnologien

Die Werte der Felder Stoff-GZ-oral und Stoff-GZ-inhalativ stellen die schadstoffspezifische Gefährdungszahl dar. Wegen der nicht eindeutig differenzierbaren Expositionsart wird immer der größere Wert für die Folgeberechnungen übernommen.

Die Migrationszahl bestimmt die Mobilitäts-Eigenschaft des Schadstoffes im Boden.

Die Zahlenwerte der Schadstoffe in den Spalten der Sanierungstechnologien bestimmen die Eignung des Verfahrens als Punktwert für den entsprechenden Schadstoff. Grundsätzlich können keine Wechselwirkungen zwischen verschiedenen Schadstoffen und deren Einfluss auf die Technologien abgebildet werden.

Die Werte in obiger Tabelle wurden aus KOSAL übernommen. Aus diesem Grund erfolgt keine Darstellung, wie und auf welchen Grundlagen die einzelnen Daten ermittelt wurden.

Berechnung der Kontaminationstiefe

Die Berechnungen zur vertikalen Ausbreitung werden nach folgenden Vorschriften durchgeführt:

1. Aus der Beziehung der Migrationszahl des Schadstoffes und der Betriebsdauer wird ein Punktwert des schadstoffspezifischen Migrationspotentials abgeleitet. Die Mobilität des Schadstoffes ergibt

sich aus Tabelle Abb. 69 Spalte Migrationszahl, die Betriebsdauer wurde in der Komponente „Erstbewertung“ aus Beginn und Ende der Nutzung errechnet.

Die Migrationszahl $M_{\text{Schadstoff}}$ ergibt sich aus der Matrix.

Betriebsdauer/ Migrationszahl	1	2	3	4
< 5 Jahre	1	2	3	3
5 bis 50 Jahre	1	4	7	10
> 50 Jahre	1	5	9	13

Abb. 70: Tabelle schadstoffspezifisches Migrationspotential

- In Folge ist der Emissionsfaktor E_{GZ} aus Gefährdungszahl $GZ_{\text{Schadstoff}}$ des Schadstoffes zu ermitteln. Die Gefährdungszahl wird schadstoffkonkret aus der Tabelle Abb. 67 als Maximum der Werte Stoff-GZ-oral oder -inhalativ des Schadstoffes ermittelt.

Emissionsfaktor E_{GZ} errechnet sich aus

$$E_{GZ} = (GZ_{\text{Schadstoff}} - 10) / 100 * (4/3)$$

- Ableitung der Emissionszahl E_Z als Ausdruck des Migrationspotentials und dem Emissionsfaktor des Schadstoffes.

$$E_Z = E_{GZ} * M_{\text{Schadstoff}}$$

- Die Ableitung der Kontaminationstiefe erfolgt als Produkt der Emissionszahl E_Z und dem kf-Wert bezogenem Faktor für die betroffene Bodenschicht. Der kf-Wert-Faktor $KFW_{\text{Schicht } n}$ ermittelt sich aus kf-Wert-Gruppen, die in nachfolgender Tabelle dargestellt sind.

kf-Wert	KFW-Faktor
< 10^{-4}	3
$10^{-4} - 10^{-6}$	1
< 10^{-6}	0,2

Abb. 71: Tabelle der kf-Wert-Faktoren

Die Bestimmung der Kontaminationstiefe wird mittels der schrittweisen Berechnung der Schichtendaten aus dem Schichtenverzeichnis vorgenommen.

Die Berechnung erfolgt nach folgendem Ablauf:

1. $K_{\text{Ges}} = 0$ zu ermittelnde Gesamttiefe auf Wert 0 setzen

a) Kontaminationstiefe der Schicht n berechnen:

2. kf-Wert der Bodenschicht n ermitteln

$KFW_{\text{Schicht n}}$

kf-Wert	KFW-Faktor
$< 10^{-4}$	3
$10^{-4} - 10^{-6}$	1
$< 10^{-6}$	0,2

3. Kontaminationstiefe der Schicht bestimmen

$$K_{\text{Schicht-n}} = E_Z * KFW_{\text{Schicht n}}$$

b) Bedingungsprüfung

$$K_{\text{Schicht-n}} > \text{Teufe Schicht n}$$

- a) $K_{\text{Ges}} = K_{\text{Ges}} + K_{\text{Schicht-n}}$

- b) nächste Schicht berechnen

oder

$$K_{\text{Schicht-n}} \leq \text{Teufe Schicht n}$$

- a) $K_{\text{Ges}} = K_{\text{Ges}} + K_{\text{Schicht-n}}$

- b) Berechnungen beenden

Nach Ermittlung der Gesamttiefe K_{Ges} wird in die Bereiche gesättigte und ungesättigte Bodenzone getrennt und die betroffenen Teufen für die beiden Zonen errechnet.

Die Berechnung findet für jeden im ALV-Fall festgelegten Schadstoff statt.

Im Ergebnis aller Berechnungen werden für alle inventarisierten Schadstoffe die Werte der vertikalen Ausdehnung errechnet.

Bei der Berechnung von Ausbreitungen in die gesättigte Bodenzone wird das Lösungsverhalten der Schadstoffe berücksichtigt.

Sofern, außer bei CKW, Bereiche der gesättigten Bodenzone ermittelt werden, so ist damit der in Lösung befindliche Teil des Schadstoffes angezeigt.

Die Teufe wird jedoch nur bis zur Basis des Grundwasserleiters ermittelt, da hier eine hydraulische Sperre das weitere Absinken begrenzt (Ausnahme CKW).

Stoffname	Inventarisierung	Gefährdungszahl	Migrationszahl	Migrationstiefe (ungesättigte Bodenzone)	Migrationstiefe (gesättigte Bodenzone)
MKW					
PCB					
PAK	■	64	1	3,0	
BTEX	■	39	3	4,6	2,0
CKW	■	44	4	4,6	10,4
Phenole					
Nitroaromaten					
Schwermetalle	■	52	2	4,6	2,0
Cyanide					
Quecksilber					
Arsen					

Abb. 72: Ergebnisse der Berechnungen für die ALVF –Gießerei-

Weitere Berechnungsgrundlagen für die Migrationsbetrachtung:

Bodenzone				Umlagerung	On-site-Bodenwäsche	On-site-Biologie	Off-site-Verbrennung	Off-site-Bodenwäsche	Off-site-Biologie	Abdeckung mineralisch	Abdeckung Kombi	Spundwand	Schlitzwand	Grundwasserreinigung	Gasfassung
ungesättigt				4	4	4	4	4	4	4	4	2	4	0	4
gesättigt				0	0	0	0	0	0	4	4	0	4	4	0

Abb. 74: Tabelle der Eignung der Sanierungsverfahren in der ungesättigten und gesättigten Bodenzone

Die Zahlenwerte stellen die Eignung des Verfahrens in den beiden Bodenzone dar.

Punktwert der Flächengröße der ALVF

Flächengrößengruppe				Umlagerung	On-site-Bodenwäsche	On-site-Biologie	Off-site-Verbrennung	Off-site-Bodenwäsche	Off-site-Biologie	Abdeckung mineralisch	Abdeckung Kombi	Spundwand	Schlitzwand	Grundwasserreinigung	Gasfassung
KG1 > 50.000 m ²				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
KG2 1.000 – 50.000 m ²				4	2	2	4	2	2	4	4	3	4	4	2
KG3 < 1.000 m ²				4	0	1	4	0	1	4	4	2	3	3	1

Abb. 75: Tabelle Punktwert Technologie bezogen auf die Flächengröße

Punktwert für die Tiefe der Ausdehnung der ALVF

Tiefengruppe				Umlagerung	On-site-Bodenwäsche	On-site-Biologie	Off-site-Verbrennung	Off-site-Bodenwäsche	Off-site-Biologie	Abdeckung mineralisch	Abdeckung Kombi	Spundwand	Schlitzwand	Grundwasserreinigung	Gasfassung
T1	< 5 m			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
T2	5 – 12 m			4	3	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4
T3	> 12 m			3	2	2	2	2	2	4	4	2	2	2	4

Abb. 76: Tabelle Punktwert für die Technologie bezogen auf die Tiefe der Kontamination

Punktwert für die kf-Werte der kontaminierten Bodenzone

kf-Wert Gruppe				Umlagerung	On-site-Bodenwäsche	On-site-Biologie	Off-site-Verbrennung	Off-site-Bodenwäsche	Off-site-Biologie	Abdeckung mineralisch	Abdeckung Kombi	Spundwand	Schlitzwand	Grundwasserreinigung	Gasfassung
KF1	< 10 ⁻⁴			4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
KF2	10 ⁻⁴ - 10 ⁻⁶			4	2	2	4	2	2	4	4	3	4	2	2
KF3	< 10 ⁻⁶			4	1	0	4	0	1	4	4	2	3	3	1

Abb. 77: Tabelle Punktwert für die Technologie bezogen auf den kf-Wert der betroffenen Bodenschicht

Die Eignung eines Verfahrens für einen bestimmten Schadstoff ermittelt sich als Summe von Punktwerten verschiedener Kriterien.

1. Technologiewert für den konkreten Schadstoff T_S
2. Technologiewert für Bodenzonen (ungesättigt) T_{BZ}
3. Technologiewert der Eignung nach Flächengröße T_F
4. Technologiewert der Eignung nach Kontaminationstiefe T_T
5. Technologiewert nach kf-Wert des zu sanierenden Bodens T_{KF}

Die Positionen 1 bis 4 werden durch Selektion aus den weiter oben dargestellten Tabellenwerken ermittelt. Die Position 5 ist eine Mittelwertberechnung aus den schichtenspezifischen Teilergebnissen der kontaminierten Bodenschichten.

Die Eignung eines Verfahrens T_{Ges} für den Schadstoff S ermittelt sich dann aus der Berechnung:

$$T_{Ges} = T_S + T_{BZ} + T_F + T_{KF}$$

Für alle im ALV-Fall benannten Schadstoffe und alle durchführbaren Technologien werden diese Punktwerte ermittelt und in die Schadstoff-/Technologiematrix übernommen.

Für das gewählte Beispiel –Gießerei– ergibt sich bei Festlegung der technologischen Auswahl die Folgerung, dass keine On-site- und Sicherungsmaßnahmen auf der betrachteten Liegenschaft möglich sind und biologische Verfahren wegen des Vorhandenseins von Schwermetallen ausgeschlossen sind nachfolgende Ergebnisse.

Stoffname	Migrationstiefe (ungesättigte Bodenzone)	Migrationstiefe (gesättigte Bodenzone)	Bodenaustausch/Deponierung	Off-site Verbrennung	Off-site Bodenwäsche
MKW					
PCB					
PAK	3,0		8	11	8
BTEX	4,6	2,0	11	15	14
CKW	4,6	10,4	6	10	10
Phenole					
Nitroaromaten					
Schwermetalle	4,6	2,0	12	16	16
Cyanide					
Quecksilber					
Arsen					
Summe für Technologie			37	52	48

Abb. 78: Ergebnisse der Technologiebewertung nach Schadstoffen und Verfahren

Formal betrachtet ist das Verfahren mit der höchsten Gesamtpunktzahl aus Sicht der Technologie das am besten geeignete Verfahren.

Unabhängig davon sind die Sanierungskosten ein weiteres Beurteilungskriterium und nicht immer ist die beste Technologie auch die preisgünstigste.

Grundsätzlich werden die Verfahren nach ihren Verfahrenspreisen pro Mengeneinheit und damit der Verfahrensbasiskosten bewertet. Als Grundlage sind folgende, verfahrensbedingte Einheitspreise gelistet:

	Umlagerung	On-site-Bodenwäsche	On-site-Biologie	Off-site-Verbrennung	Off-site-Bodenwäsche	Off-site-Biologie	Abdeckung mineralisch	Abdeckung Kombi	Spundwand	Schlitzwand	Grundwasserreinigung
Mengeneinheit	t	t	t	t	t	t	m ²	m ²	m ²	m ²	m ³
Einheitspreis €	70	60	50	150	50	45	160	180	130	300	15

Abb. 79: Einheitspreise der Sanierungsverfahren

Die Verfahrensbasiskosten ergeben sich dann aus dem Produkt:

- der zu bearbeitenden Masse des ALVF-Falls oder
- der Flächen für horizontale oder vertikale Abdichtung,

zusammenfassend als Menge bezeichnet, und den Verfahreseinheitspreisen.

Flächenangaben, Volumen-, Massenermittlung

Für die Berechnung des Volumens der Kontamination werden verschiedene Verfahren angewendet, da in der Erstbewertung sowohl eine Flächengröße als auch ein Volumen angegeben werden können. Für beiden Daten ist eine Umrechnung auf die jeweils nicht eingegebene Größe erforderlich.

Berechnung des **Volumens** aus einer Flächenangabe:

$$R_1 = (\sqrt{F_K}) / 2 \quad \text{als Näherungswert für den Radius einer Fläche } F_K$$

$R_2 = R_1 - (\text{Tiefe der Grundwasserbasis} * \sin(45^\circ))$ als Näherungswert
für den Radius an der
tiefsten Stelle

Das Volumen errechnet sich dann aus der Formel für die Volumenberechnung
eines Kegelstumpfes:

$$V_K = \pi / 3 * \text{Tiefe der Grundwasserbasis} (R_1^2 + R_2^2 + R_1 * R_2)$$

Berechnung einer **Flächenangabe** aus einer Volumenangabe

$$F_K = V_K / \text{Tiefe bis Grundwasserbasis}$$

Am Beispiel der Gießerei mit 1.400 m² Fläche, 5.297 m³ Volumen oder 9.943 t Masse
ermitteln sich die möglichen Verfahrensbasiskosten der ausgewählten technologischen
Verfahren.

	Umlagerung	Off-site-Verbrennung	Off-site-Bodenwäsche
Mengeneinheit	t	t	t
Einheitspreis €	70	150	50
Basiskosten für 9.943 t	696.010,-	1.491.450,-	497.150,-

Abb. 80: Berechnete Technologiebasiskosten

Die Auflistung der Verfahrensbasiskosten zeigt, dass die beste Technologie
(Verbrennung) nicht gleichzeitig die preiswerteste (Bodenwäsche) ist.

Diese Möglichkeiten zeigen, dass der Bearbeiter des Falls eine Entscheidung zu
treffen hat, indem er die Verfahrensart auswählt, die nach seiner Betrachtung eine

abgewogene Entscheidung nach der Technologieeignung und den Verfahrensbasiskosten darstellt.

Eine Mehrfachauswahl von Technologien ist nicht möglich. Die Auswahl eines konkreten Verfahrens führt zur Berechnung der **Verfahren-Gesamt-Kosten**.

Grundlage für die Kostenermittlung ist der ermittelte Wert der Verfahrens-Basis-Kosten. Dieser Wert ist der Primärwert. Mittels einer Zuschlagskalkulation werden Sekundärkosten für das Verfahren bestimmt.

Sekundärkostenbestandteile sind Kosten für:

- a) Planung,
- b) Baustelleneinrichtung,
- c) Erdbau,
- d) Zwischenlagerung,
- e) Transport,
- f) Arbeitsschutz,
- g) Wiedereinbau,
- h) Verfahrenskontrolle und
- i) Nachsorge.

Für alle Verfahren sind die anteiligen Kostensätze als Prozentsatz in der Tabelle Abbildung 79 dargestellt.

Bezeichnung	Planung	BE	Erdbau	Zwischen- lagerung	Transport	Arbeitsschutz	Wiedereinbau	Verfahrens- kontrolle	Nachsorge
Bodenaustausch	4,00	5,00	20,00	0,00	15,00	5,00	20,00	3,00	1,00
On-site-Bodenwäsche	5,00	6,00	20,00	10,00	0,00	5,00	20,00	8,00	1,00
On-site-Biologie	5,00	6,00	20,00	0,00	0,00	5,00	20,00	8,00	1,00
Off-site-Verbrennung	4,00	3,00	20,00	0,00	15,00	5,00	20,00	5,00	1,00
Off-site-Bodenwäsche	4,00	3,00	20,00	0,00	15,00	5,00	20,00	5,00	1,00

Bezeichnung	Planung	BE	Erbau	Zwischen- lagerung	Transport	Arbeitsschutz	Wiedereinbau	Verfahrens- kontrolle	Nachsorge
Off-site-Biologie	4,00	3,00	20,00	0,00	15,00	5,00	20,00	5,00	1,00
Mineralische Abdeckung	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	6,00	5,00
Kombi-Abdeckung	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	3,00	5,00	6,00	5,00
Spundwand	6,00	8,00	1,00	1,00	3,00	3,00	0,00	6,00	5,00
Schlitzwand	6,00	8,00	1,00	1,00	5,00	3,00	0,00	6,00	5,00

Abb. 81: Prozentsätze der Sekundärleistungen

Anhand der Verfahrensauswahl, beispielhaft Off-Site-Bodenwäsche mit den Verfahrensbasis-Kosten: **497.150,- €**

und den Zuschlägen für	Prozentsatz	Kosten
Planung,	4	19.886,-
Baustelleneinrichtung,	3	14.915,-
Erbau,	20	99.430,-
Zwischenlagerung,	0	0,-
Transport,	15	74.572,-
Arbeitsschutz,	5	24.857,-
Wiedereinbau,	20	99.430,-
Verfahrenskontrolle	5	24.857,-
Nachsorge.	1	4.971,-

Summe gesamt: 860.0068,- €

wird die Summe der maßnahmebezogenen Kosten des gewählten Verfahrens ermittelt.

Zusätzlich sind die Kennwerte einer ggf. erforderlichen Grundwasserabsenkung zu berechnen.

Unter Zuhilfenahme vereinfachter Annahmen werden mittels der Reichweitenberechnung R der Absenkung nach SICHARDT (1928)

$$R = 3000 * s * \sqrt{k} \quad \text{mit}$$

R = Reichweite der Absenkung

s = Absenkungsbetrag

k = Kf-Wert.

sowie der Berechnung des Fassungsvermögens q nach SICHARDT (1928)

$$q = 2 * \pi * r * h * (\sqrt{k} / 15) \text{ in m}^3/\text{s} \quad \text{mit}$$

$2 * \pi * r * h$ = benetzte Filterfläche

k = kf-Wert

q = Fördermenge

berechnet.

Die Anzahl der benötigten Brunnen ermittelt sich aus dem Quotienten der Grundfläche und 75% des wirksamen Brunnenradius. Wegen der Rundung auf ganzzahlige Werte wird die Konstante 1 addiert.

$$\text{Anzahl Brunnen} = \text{Ganzzahl}[(\text{Gesamtfläche} / \text{Brunnenradius}^{75\%}) + 1]$$

Die Kostenermittlung teilt sich in 2 Bereiche:

- Baukosten und
- Betriebskosten

Die Baukosten gliedern sich in die Baustellerichtung sowie die Kosten für den laufenden Meter Brunnenbau (Produkt aus Brunnenanzahl und Teufe der Brunnen).

$$\text{Baukosten} = \text{BE-Brunnenbau} + (\text{Länge der Brunnen} * \text{Kosten pro lfdm}) \text{ in } \text{€}$$

Die Betriebskosten werden über die Dauer der Absenkung errechnet. Dazu ist es erforderlich die Leistung des Erdbaus in m³ pro Tag zu definieren. Die Dauer ergibt sich aus dem Quotienten des Erdvolumens in m³ in der gesättigten Bodenzone und der

Aushubleistung pro Tag. Für die Absenkung werden grundsätzlich 8 Tage zur Dauer der Betriebszeit hinzuaddiert.

$$\text{Dauer} = (\text{Bodenvolumen in gesättigter Bodenzone} / \text{Aushubleistung pro Tag}) + 8$$

in d.

$$\text{Betriebskosten} = \text{Dauer} * \text{Förderleistung pro Tag} * \text{Kosten pro m}^3 \quad \text{in €}$$

Die Betriebskosten sind als Gesamtleistung einschließlich Gestellung, Vorhalten und Betreiben der Pumpen als Kosten pro m³ geförderten Baugruben-/Grundwassers anzugeben.

Die Kosten der Baugrubenwasserhaltung ermitteln sich dann nach der Vorschrift:

$$\text{GW}_{\text{Kosten}} = \text{Baukosten} + \text{Betriebskosten} \quad \text{in €}$$

Im Ergebnis der Berechnungen stehen dann zusätzlich die Kosten der Absenkung und die Menge der Grundwasserförderung zur Verfügung.

Für die Reinigung von Grundwasserbelastungen werden 2 grundlegende Verfahren, Adsorption und Strippen, betrachtet. Anhand der vorhandenen Schadstoffe wird die Verfahrenseignung durch Summenbildung der Eignung des Verfahrens je Schadstoff bestimmt.

Beispiel der Ermittlung ALVF – Gießerei:-

Stoffe	Aktivkohle-Adsorption)	Strippen
PAK	3	
BTEX	3	2
CKW	3	3
Schwermetalle	1	
Summe Punktwerte	10	5

Abb. 82: Bewertung Grundwasserreinigungsverfahren

Im vorliegenden Fall ist die Adsorption wegen des höheren Punktwertes geeigneter als das Strippen. Die Verfahrenskosten ermitteln sich aus den Reinigungskosten je m³ behandelten Wassers:

für die Adsorption 0,60 €/m³

für das Strippen 1,10 €/m³.

$GW_{\text{Reinigungskosten}} = \text{Grundwassermenge} * \text{verfahrensbedingte Reinigungskosten}$ in €.

Letztendlich ermitteln sich die Gesamt-Verfahrens-Kosten der Altlastensanierung aus der Summe:

$VK_{\text{Ges}} = BK + S_{\text{Zulagen}} + GW_{\text{Kosten}} + GW_{\text{Reinigungskosten}}$ mit

VK_{Ges}	Verfahrens-Gesamt-Kosten
BK	Basiskosten des Verfahrens
S_{Zulagen}	Summe der Zulagen
GW_{Kosten}	Kosten der Grundwasserabsenkung
$GW_{\text{Reinigungskosten}}$	Kosten der Grundwasserbehandlung.

6.3.2.7 Kalkulationsmodul Kampfmittel

Die Bearbeitung des Moduls basiert auf der Mitwirkung des Ingenieurbüros Döring GmbH, Berlin unter Einbeziehung einer Zuarbeit für den interdisziplinären Arbeitskreis Munition. Der Arbeitskreis beschäftigt sich mit einer vergleichbaren Aufgabenstellung wie das Forschungsvorhaben des UBA im Bereich Kampfmittelräumung.

Nach gegenwärtigen Erkenntnissen basiert die Kostenrahmenschätzung auf folgenden Annahmen: Die Kosten einer Kampfmittelräummaßnahme werden durch die Parameter

- Fläche (F [m^2]),
- Störpunktanzahl (Z_s [Stck/ m^2]),
- Schrottmenge (M_s [kg/ m^2]) und
- Anzahl der Munition (Z_m) bestimmt,

wobei zwischen 60 und 85% der Kosten für das Sondieren, Freilegen und Bergen von Kampfmitteln aufzuwenden sind. Für den maßnahmebezogenen Ablauf ist von folgenden grundlegenden Schritten auszugehen:

Ing.-Leistungen	Kampfmittelräumung
1. Erkundung	1. Baustelleneinrichtung
2. Objektplanung	2. Herrichten der Oberfläche
	3. Sondierung
	4. Bergung
	5. Transport
	6. Vernichtung
	7. Ausgleichsmaßnahmen
3. Qualitätssicherung	
4. Objektdokumentation	

Das Sondieren wird gegenwärtig mit Basiskosten von 0,25 €/m² Fläche angesetzt. Die Basiskosten sind als Funktion der Störpunktanzahl pro m² anzupassen, die in Stück/m² und als Koeffizient in nachfolgender Tabelle abgebildet sind:

Stück/m ²	1	4	6	10	Zielbereiche
Koeffizient KZs	1	1,5	2	6	10

Abb. 83: Störpunktanzahl Zs und Koeffizienten KZs zur Korrektur der Basiskosten Sondierung

Zielbereiche stellen eine Besonderheit dar, da hier eine sehr hohe Anzahl von Störpunkten zu erwarten ist.

Die Sondierkosten ergeben sich dann aus der Formel:

$$K_{\text{Sondierung}} = F * (\text{Basiskosten}^{\text{Sondierung}} * \text{KZs}) \quad \text{in } \text{€}$$

$$\text{Basiskosten}^{\text{Sondierung}} = 0,25 \text{ €/m}^2$$

Für die Bergung existiert noch keine Kostenangabe, so dass hier nur der kostenbeeinflussende Faktor „Tiefenlage des Bergungsobjektes“ angeführt werden kann.

Lage GOK Tiefe	oberflächlich	bis 0,2 m	0,2 - 0,6 m	0,6 - 1,0 m	12,0 - 6,0 m	Zielbereiche
Koeffizient KTg	0,5	1,0	1,5	2	6	10

Abb. 84: Tiefenlage Bergungsobjekt und Koeffizienten KTg zur Korrektur der Basiskosten Bergung

$$K_{\text{Bergung}} = \text{Anzahl Bergungsobjekte}^{\text{Tiefengruppe}} * (\text{Basiskosten}^{\text{Bergung}} * \text{KTg}) \quad \text{in } \text{€}$$

$$\text{Basiskosten}^{\text{Bergung}} = ?,?? \text{ €/Stück}$$

Wobei die Berechnung u. U. mehrfach wegen der differenzierten Lage der festgestellten Bergungsobjekte vorgenommen werden muss.

Weiterhin sind die Kostenbestandteile Transport, Vernichtung und Ausgleichsmaßnahmen kostenwirksame Bestandteile der Kampfmittelräummaßnahmen, wobei gegenwärtig die Recherchen der interministeriellen Arbeitsgruppe „Munition“ zu den Grundlagenpreisen noch nicht abgeschlossen sind. Insofern bleibt das Modul der Kampfmittelräummaßnahmenkalkulation für die Ergänzung offen. Sobald die Angaben zu Preisen, Verrechnungsformeln, Koeffizienten und anderer, notwendiger

Modellangaben verfügbar sind, wird in der Programmversion von KONUS das Modul vervollständigt.

6.3.3 Planungen

6.3.3.1 Grundlagen

Die Kostenmodellierung von Planungsleistungen sollte im Stadium der Vorbereitung eines konkreten Projektes an die anrechenbaren Kosten der Baufeldfreimachung gekoppelt werden. In Anlehnung an die Vorgehensweise der HOAI kann damit ein einfaches mathematisches Mittel zur Berechnung dieser Kosten bereitgestellt werden. Neben diesem Vorteil führt auch die unmittelbare Kopplung an die prognostizierten „Baukosten“ zu einer Beziehung beider Bestandteile, die in sich eine transparente Logik darstellt. Letztlich kann trotz aller Einschränkungen unterstellt werden, dass die Höhe der Projektaufwendung auch die Schwierigkeiten der Planungen in gewissen Umfang darstellen.

Zu dieser Vorgehensweise existiert nach Ansicht der Autoren keine annehmbare Alternative, da in jedem anderen Fall die Kalkulation der Planungskosten von der direkten Projektbeziehung abgekoppelt wird. Anders ausgedrückt, ist eine andere Kalkulationsgrundlage als die anrechenbaren Kosten nicht festzustellen.

Weiterhin muss beachtet werden, dass der Kostenrahmen für Flächenrecyclingmaßnahmen nicht zwingend durch Personen erstellt wird, die sich in allen Fachbereichsplanung so auskennen, dass sie eine eigenständige Kostenschätzung für alle Planungsbereiche vornehmen können.

6.3.3.2 Kostenermittlung Planungskosten Altlasten

Die Ermittlung der Planungskosten für Altlasten stößt bei der Darstellung der Berechnungsgrundlagen auf gewichtige Probleme. So z. B. ist die Kostenermittlungsgrundlage des AHO-Entwurf Altlasten nicht auf anrechenbare Kosten ausgerichtet, sondern qualifiziert sich nach Leistungseinheiten, Bemessungsgrundlagen und der Dauer. Die Berechnung ist nach Ansicht der Autoren aufwendig und fordert zudem noch eine bereits gedankliche qualifizierte Einschätzung der zu bearbeiten Altlast ab. Diese Kenntnisse und Fertigkeiten sind jedoch nicht

zwingend zu einem sehr frühen Zeitpunkt und für jeden Projektbearbeiter gleichsam vorauszusetzen.

Im „Leistungsbuch Altlastensanierung & Flächenentwicklung“ wird versucht, das Problem der AHO-Honorarberechnung mittels bezugskostenbasiertem, nach Schwierigkeitsgrad differenziertem Faktorenmodell zu lösen. Die unterschiedliche Begriffsbestimmung der anrechenbaren Kosten und der Bezugskosten resultiert vermutlich aus der Einschränkung, dass die Kosten der Behandlung/Beseitigung nicht zu den anrechenbaren Kostenbestandteilen zu zählen sind (siehe MURL NRW).

Die Berechnungsgrundlage ist am Beispiel der Zone III durchschnittliche Anforderungen in der nachfolgenden Tabelle auszugsweise dargestellt.

Bezugskosten	Honorar-Satz
50.000	0,14
70.000	0,13
100.000	0,12
200.000	0,11
300.000	0,10
⋮	⋮
⋮	⋮
30.000.000	0,03

Abb. 85: Bsp. Honorarkostensätze nach Bezugskosten

Diese Vorgehensweise ist ebenfalls an eine qualitative Einschätzung der Planungsanforderungen gekoppelt und erfolgt zudem durch nicht lineare Berechnung der Honorarsätze.

In der Kostenermittlung von „KOSAL“ wird die Ermittlung der Planungskosten auch nicht auf Grundlage oder in Anlehnung an die AHO-Strukturen abgeleitet. Die Begriffswahl und die Phasen unterscheiden sich vom AHO-Entwurf.

Untersucht man aus den Darstellungen die Berechnungsgrundlagen, so wird sichtbar, dass „KOSAL“ technologieorientiert an die Ermittlung von Planungskosten herangeht.

In Tabelle 2 der zitierten Systematik werden die Anteile definiert, die in Abhängigkeit von den „Gesamtkosten“ die Kosten für Planungsleistungen errechnen lassen. Aus der

Systematisierung sind beispielhaft folgende Angaben (Planungsleistungen) entnommen:

Teilleistung	Honorar- n % Satz				
	Oberflächen- abdichtung	Vertikale Abdichtung	Thermik	Chem.-phys. Verfahren	Mikrobiologie
Vorleistungen	4-10	4-10%	5-10%	5-10%	5-10%
- Erfassung	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
- Gefährdungsabschätzung	0,1 - 3	0,1 - 3	0,5 - 5	0,5 - 5	0,5 - 5
- Sofortige Gefahrenabwehr	0,5 - 2	0,5 - 2	0,5 - 2	0,5 - 2	0,5 - 2
- Sanierungsuntersuchung	3 - 6	3 - 6	3 - 8	3 - 8	3 - 8
Kernleistungen					
Verfahrens begleitende Leistungen					
-					
- Probenahme, Analytik, Erfolgskontrolle	1 - 4	1 - 4	4 - 9	4 - 8	4 - 8
Folgeleistungen					
-					
-					
- Langzeitüberwachung, Nachsorge	5 - 7	5 - 9	-	-	-
Minimaler Satz	10,1	10,1	8,5	8,5	8,5
Maximaler Satz	22,5	24,5	24,5	23,5	23,5

Abb. 86: Bsp. Honorarsätze nach Gesamtkosten „KOSAL“

Bei enger Betrachtung fällt auf, dass für die abgeleiteten Daten keine signifikanten Unterschiede in den Sätzen der Gruppe Sicherungsmaßnahmen (Oberflächenabdichtung, Vertikale Abdichtung) bestehen. Die beiden Untergruppen sind nahezu identisch in den Sätzen (Ausnahme 2 % Abweichung bei Langzeitüberwachung/Nachsorge) für vertikale Abdichtungen.

Eine gleiche Einschätzung ist für Thermik, Chem.-phys. Verfahren und Mikrobiologie festzustellen. Hier besteht die einzige Abweichung (Wert = 1%) bei Probenahme/Analytik/Erfolgskontrolle für Thermik.

Eine ähnliche Einschätzung ergibt sich auch aus dem Summenvergleich der minimalen und maximalen Sätze.

Insgesamt ist festzustellen, dass diese Systematik erhebliche Redundanz aufweist. Die Unterschiede erscheinen so gering, dass man die Sätze zur Vereinfachung auf die beiden Technologiegruppen Sicherung und Sanierung vermindern kann.

Ein Vergleich zu den Ansätzen der Honorarermittlung auf Grundlage des „Leistungsbuches Altlastensanierung & Flächenentwicklung“ zeigt deutliche Abweichungen in der Höhe der Sätze.

Im zitierten Leistungsbuch ist der Maximalsatz auf 19% begrenzt während nach KOSAL-Methodik maximal 24,5% zum Ansatz gebracht werden können. Diese Unterschiede sind beträchtlich.

Die HOAI schreibt für Gebäude und raumbildende Ausbauten bei durchschnittlichen Anforderungen (Zone III) einen Mindestsatz von 11,7% und einen Maximalsatz 15,0% vor, wobei in Zone V der Maximalsatz von 19% als höchste Satz nicht überschritten wird.

Die Gegenüberstellung zeigt, dass in der Analyse von Berechnungssätzen deutliche Unterschiede sichtbar werden. Weiterhin sind die Berechnungsmethoden für Altlastenplanungen an Fachwissen und teilweise Einschätzungen gebunden, welche die Grenzen zumutbarer Anforderungen im Zusammenhang dieser Modellierung überschreiten.

Aus den genannten Gründen wird zu einer vereinfachten Methode der anteiligen Ermittlung der Planungskosten auf Grundlage „anrechenbarer Kosten“ zurückgegriffen und diese mit den Planungsphasen des AHO-Entwurf (gleichzeitig Strukturelemente der DIN 276 FR) abgeglichen.

Als grundsätzlicher Kompromiss werden durchschnittlich 15% der anrechenbaren Kosten als pauschaler Planungskostenanteil bestimmt.

Der relativ hohe Anteil ist der Tatsache geschuldet, dass die Kosten der Behandlung/Beseitigung nicht als anrechenbare Kosten eingestuft werden. Dieser Kostenanteil beträgt aber bei Sanierungsmaßnahmen im Mittel ca. 50% der Gesamtkosten.

Bei Sicherungsmaßnahmen sind die Kosten für Behandlung/Beseitigung in der Regel nicht so signifikant. Jedoch ergeben sich erhöhte Anforderungen an die technische Planung derartiger Maßnahmen.

Für die Gestaltung differenzierter Kostenaussagen ist eine Verteilung der ermittelten Planungsgesamtkosten auf die Leistungsphasen sinnvoll. Damit können z. B. bei Fortführung des Projektes die Mittelabflussplanung unterstützt und ein Auftragsrahmen für Folgeschritte der nächsten Planungsaufgaben abgesteckt werden.

In Anlehnung an die Methodik der HOAI werden diese Anteile nach einem definierten Verteilungsschlüssel auf die Leistungsphasen der Altlastensanierung aufgeteilt.

Leistungsphase	Anteil in %
Historische Erkundung	5
Technische Erkundung	15
Sanierungsuntersuchung	15
Sanierungsplanung/-überwachung	40
Fachgutachterliche Begleitung	15
Oberbauleitung und Dokumentation	5
Feld-/Versuchs-/Laborleistungen	5

Abb. 87: Kostenanteile der einzelnen Leistungsphasen der Altlastenplanung

Mit den obigen Definitionen und Vereinbarungen können die Planungskosten mit einfachen Mitteln errechnet und auf die Planungs-/Leistungsphasen aufgedgliedert werden.

In der programmierten Variante des Kostenermittlungssystems wird zu dieser Vorgehensweise eine technische Zusatzleistung angeboten.

Auf Grundlage der ermittelten Kostenanteile können Aufgaben in Form eines Leistungsverzeichnisses mit Kostenkalkulation auf der Basis von Einzelkosten und

Mengen vorgenommen werden. Für die Leistungspositionen wurden Leistungstexte als Standardtexte bereitgestellt, die durch den Nutzer verändert und erweitert werden können (ähnlich einem Standardleistungsbuch). Das Modul soll die nächsten Schritte bei der Fortsetzung der Planungsarbeiten unterstützen. Hinsichtlich der Anforderungen an den Nutzer sind jedoch dafür Kenntnisse in Planung, Erkundung und Bearbeitung von Altlastenfragen erforderlich.

6.3.3.3 Kostenermittlung Planungskosten Rückbau

Die Ermittlung der Aufwendungen für den planerischen Teil des Rückbaus besitzt derzeit keine gültige Rechtsgrundlage auf der aufzubauen wäre. Ebenso die verbindliche Definition von Leistungsphasen und –inhalten. Dieser Zustand bedingt, dass Planungskosten in der Praxis auf verschiedenen Wegen ermittelt werden. Die häufigsten Methoden sind die Berechnung auf Grundlage von Stundensätzen (zeitorientiert) oder in Anlehnung an die HOAI nach anrechenbaren Kosten (aufwandsorientiert) in der Regel auf Grundlage der Honorartabellen Gebäude oder Ingenieurbauwerke mit geminderten Sätzen (ca. 75%).

Im Sinne des Forschungsvorhabens und zur Wahrung einer Kontinuität der Methoden wird die Kostenermittlung modellhaft als aufwandsorientierte Methode, Anteil der anrechenbaren Kosten, implementiert.

Ähnlich wie bei der Vorgehensweise zur Kostenermittlung für die Altlastenplanungen wird ein pauschaler Prozentsatz zur Ermittlung des Kostenanteils der Rückbauplanung vorgeschlagen und die Kosten mittels Verteilungsschlüssel auf die Leistungsphasen (gleichzeitig DIN FR Strukturelemente) umgelegt.

Die HOAI definiert für Gebäude einen Mindestsatz von 7,7% der anrechenbaren Kosten für die Planung von Gebäuden. Der höchste Satz liegt bei 19%. Unterstellt man eine Minderung um 25% wegen der geringeren Anforderungen an den Planer, so liegt die Spanne der Anteile zwischen 5,8 und 14,3%. Der einfache Mittelwert beträgt 10,0%. Im Vergleich zu dem Satz der Altlastenplanung wird dieser Satz mit 50% Minderung als Würdigung der Anforderungen bewertet. Dieses Verhältnis erscheint annehmbar.

Leistungsphase	Anteil in %
----------------	-------------

Grundlagenermittlung Rückbau	5
Technische Erkundung Rückbau	30
Genehmigungsplanung	40
Vorbereitung Vergabe	4
Mitwirkung Vergabe	1
Rückbauüberwachung	15
Abschluss und Dokumentation	5

Abb. 88: Kostenanteile der einzelnen Leistungsphasen der Rückbauplanung

Hinsichtlich der anrechenbaren Kosten ist in Analogie zu den Altlasten anzunehmen, dass die Kosten der Abfallentsorgung (Beseitigungs-/Behandlungskosten) nicht anrechenbare Kostenbestandteile darstellen.

Für das Erweiterungsmodul in der programmierten Variante der Kostenermittlung gelten die gleichen Bemerkungen, wie unter der Rubrik Altlastenplanung.

6.3.3.4 Kostenermittlung Planungskosten Kampfmittelräumplanung

Für die Ermittlung der Planungskosten der Kampfmittelräumung wird grundsätzlich der gleich Modellansatz wie bei den anderen Planungsbereichen gewählt. Die Kostenermittlung erfolgt auf Grundlage eines Anteils der anrechenbaren Kosten der Kampfmittelräumung.

Da für diesen Bereich die Zahlenwerke der Arbeitsgruppe noch nicht zur Verfügung stehen, muss auf diese Angaben derzeit verzichtet werden. Im Zuge der Programmpflege der programmierten Kostenermittlung wird dieses Modul aber umgehend nach Veröffentlichung der Kennwerte ergänzt.

Für das Modul Kampfmittelräumplanung wurde ebenfalls in der programmierten Version ein Leistungsbuch bereitgestellt.

6.3.3.5 Kostenermittlung Planungskosten Abfallwirtschaft

Der letzte zu behandelnde Planungsbereich wird analog der Methodik der bereits diskutierten Planungsbereiche behandelt.

Auf Grundlage der anrechenbaren Kosten der Abfallentsorgung ist ein Verrechnungssatz zu definieren.

Da keine anderen Grundlagen als die Entsorgungskosten in diesem Bereich zur Verfügung stehen, können die Einschränkungen der Zuordnung zu anrechenbaren Kosten (vgl. Altlasten- und Rückbauplanung) hier nicht zur Anwendung gebracht werden.

Für die inhaltliche Abgrenzung in diesem Planungsbereich sind folgende Vereinbarungen erforderlich:

1. die Abfallmengenermittlung basiert auf den, von der Rückbauplanung bereitzustellenden Objektangaben,
2. dass ein genaues Objektaufmass im Rahmen der Abfallwirtschaftsplanung vorhanden ist,
3. die Abfallbeprobung als Fremdüberwachung des Auftragnehmers wird durch die Abfallwirtschaftsplanung abgedeckt.

Die Aufgaben der Abfallwirtschaftsplanung hinsichtlich der planerischen Anforderungen liegen erfahrungsgemäß unter denen der Altlasten- und Rückbauplanung.

Aus diesem Grund wird nur ein Satz von 5% der anrechenbaren Kosten der Entsorgung als Kalkulationsgrundlage zum Ansatz gebracht.

Die ermittelten Planungsgesamtkosten werden dann entsprechend dem vorgeschlagenen Verteilungsschlüssel auf die Leistungsphasen umgelegt.

Leistungsphase	Anteil in %
Grundlagenermittlung	5

Genehmigungsplanung, Erarbeitung Abfallwirtschaftskonzept	30
Vorbereitung Vergabe	4
Mitwirkung Vergabe	1
Ingenieurtechnische Begleitung	50
Abschluss und Dokumentation	10

Abb. 89: Kostenanteile der einzelnen Leistungsphasen der Abfallwirtschaftsplanung

Für diesen Planungsbereich steht im Programm zur Kostenermittlung ebenfalls ein „Leistungsbuch“ zur Verfügung.

6.3.4 Grundstück

Die Forschungsaufgabe beinhaltet die Aufgabe zur Komplex Wertermittlung im Rahmen der Kostenermittlung Aussagen zu machen.

Über Aufgaben und Probleme der Wertermittlung bei Grundstücken mit Altlastenbetroffenheit wurde bereits in anderen Kapiteln eingegangen.

Außerdem beschäftigt sich z. Z. ein interdisziplinärer Arbeitskreis im Sächsischen Altlastenforum unter Leitung der Fa. GICON GmbH, Dresden mit der Fragestellung der Bewertung von wertmindernden Eigenschaften von Grundstücken, insbesondere unter dem Aspekt der Altlastenbetroffenheit.

In Kreisen der Wertermittler wird gegenwärtig noch intensiv über diesen Problemkreis und dessen Lösung nachgedacht.

Die Autoren des Forschungsvorhabens sehen nach gegenwärtigem Kenntnis- und Arbeitsstand keine Möglichkeiten neue Ansätze zur Monetarisierung von wertmindernden Eigenschaften von Grundstücken im Rahmen der Forschungsaufgabe darzustellen.

Auf den Ansatz ein wertermittlungsähnliches Modell im Forschungsvorhaben zu implementieren wurde wegen der hohen fachlichen Anforderungen, der nicht ausreichenden Datenbasis in der Projektvorbereitungsphase und letztlich auch wegen rechtlicher Bedenken verzichtet.

Ungeachtet der einschränkenden Bemerkungen wurden umfangreiche Daten zum Grundstückszustand, der Grundstücksnutzung und der wertbeeinflussenden Faktoren als Checkliste erarbeitet. Diese Checkliste ist zumindest insofern hilfreich, als hier auf wesentliche Merkmale von Grundstücken hingewiesen wird.

Die Auflistung stellt in erster Linie eine Sammlung von prüfwürdigen Faktoren zur Beurteilung eines Grundstücks zur Verfügung, die im Rahmen von Kaufverhandlungen durchaus nutzbar sind, um das Bild über das Grundstück zu vervollständigen.

Auf eine vollständige Aufzählung von Faktoren und Inhalte der Checkliste wird an dieser Stelle verzichtet und auf den Anhang 2 „Programmbeschreibung“ verwiesen. Auszugsweise wird nachfolgend eine Systematisierung dargestellt, welche die Autoren als Zuarbeit zum Arbeitskreis Wertermittlung im Sächsischen Altlastenforum erstellt und zur Diskussion gestellt haben.

Definition der WertV

WertV § 3 Zustand des Grundstücks und allgemeine Wertverhältnisse

(2) „Der Zustand eines Grundstücks bestimmt sich nach der Gesamtheit der verkehrswertbeeinflussenden, rechtlichen Gegebenheiten und tatsächlichen Eigenschaften, der sonstigen Beschaffenheit und der Lage des Grundstücks..“

- **Wertbeeinflussende Faktoren:**
 - a) rechtliche Gegebenheiten
 - b) tatsächlichen Eigenschaften
 - c) sonstige Beschaffenheit
 - d) Lage

- **Gegenstand:**
 - a) Grund und Boden

- b) Gebäude
- c) Außenanlagen
- d) sonstige bauliche Anlagen
- e) Zubehör (dem wirtschaftl. Zweck der Hauptsache dienend)

Zusammenfassung der Aufgaben der Wertermittlung

Grundlage WertV und Ergebnisse des AK

Bewertungskomplex	Bewertungsgegenstand
Entwicklungszustand	Flächen der Land- u. Forstwirtschaft
	Bauerwartungsland
	Rohbauland
	Baureifes Land
Art u. Maß der baul. Nutzung	
Rechte u. Belastungen	Beschränkte persönl. Dienstbarkeiten
	Dingliches Vorkaufsrecht
	Nießbrauch
	Grundpfandrechte
	Grunddienstbarkeiten Wegerecht, Fensterrecht, Aussichtsrecht, Leitungsrecht, Bauverbote
	Reallasten
	Überbau
	Notweg
Beitrags- u. abgabenrechtlicher Zustand	Erschließungsbeitragsfrei
	Erschließungsbeitragspflichtig
Wartezeiten	

Bewertungskomplex	Bewertungsgegenstand
Beschaffenheit u. Eigenschaften	Grundstücksgröße
	Grundstücksgestalt
	Tats. Nutzung und Nutzbarkeit
	Bodenbeschaffenheit Bodengüte, Eignung als Baugrund Belastungen mit Ablagerungen
Lagemerkmale	Verkehrsanbindung
	Nachbarschaft
	Wohn-/Geschäftslage
	Umwelteinflüsse
Vertragliche Verpflichtungen	(Nutzungsbeschränkungen)
Öffentl.-rechtliche Einschränkungen	Landschafts- u. Naturschutz
	Schutzgebiete
	<ul style="list-style-type: none"> - Naturschutzgebiet, - Nationalpark - Biosphärenreservat - Landschaftsschutzgebiet - Naturpark - Naturdenkmal - Geschützter Landschaftsbestandteil
	Geschützte Pflanzen
	Geschützte Tiere
	Immissionsschutz
	genehmigungspflichtige Anlagen
	Wasserrecht
	Schutzgebiete
	<ul style="list-style-type: none"> - Trinkwasserschutzgebiete - Überschwemmungsgebiete
Straßenrecht	

Bewertungskomplex	Bewertungsgegenstand
	Bauordnungsrecht
	Schutzbereiche militärischer Anlagen
	Denkmalschutz
	Bergrechtl. Verpflichtungen/Einschränkungen
	Verpflichtungen aus Atomgesetz
	Kampfmittel
	(Altlasten)
	Gerätesicherheitsgesetz
Abbruchverpflichtungen	
Gebäude	
Außenanlagen	
Sonstige baul. Anlagen	
Zubehör	
Bewirtschaftung	
	Abfallentsorgungspflichten aus dem Betreiben
	Unterirdische Baulasten (baul. Anlagen ohne Funktion)

Abb. 90: Auflistung wertbeeinflussender Faktoren von Grundstücken

Normgrundstück

Der Begriff des Normgrundstücks wurde entwickelt, um den Zustand eines lastenfreien, unbeeinträchtigten Grundstücks zu beschreiben. Durch eine vergleichende Bewertung mit dem tatsächlichen Grundstück (z. B. dem Grundstück für eine Investitionsentscheidung) kann ein Maßstab abgeleitet werden, der gewissermaßen den Eignungsgrad beschreibt. Voraussetzung für den Vergleich ist ein idealisiertes Grundstück zu beschreiben, welches optimale Eigenschaften aufweist.

Das Normgrundstück besitzt alle Eigenschaften, die zur tatsächlichen Nutzung gute bis sehr gute Bedingungen und Eigenschaften ausweist:

Bewertungskomplex	Bewertungsgegenstand	Normgrundstück	Nachweis objektiv	Einschätzungsbewertung	Messrelevante Kriterien
Entwicklungszu- stand	Flächen der Land- u. Forstwirtschaft		ja		
	Bauerwartungsland		ja		
	Rohbauland		ja		
	Baureifes Land		ja		
Art u. Maß der baul. Nutzung		B-Plan-konform	ja		
Rechte u. Belastungen	Beschränkte persönl. Dienstbarkeiten	keine	ja		
	Dingliches Vorkaufsrecht	keine	ja		
	Nießbrauch	keine	ja		
	Grundpfandrechte	keine	ja		
	Grunddienstbarkeiten Wegerecht, Fensterrecht, Aussichtsrecht, Leitungsrecht, Bauverbote	keine	ja		
	Reallasten	keine	ja		
	Überbau	keine	ja		
Beitrags- u. abgabenrechtlicher Zustand	Erschließungsbeitragsfrei	ja	ja		
	Erschließungsbeitragspflichtig	nein	ja		
Wartezeiten		keine	ja		
Beschaffenheit u. Eigenschaften	Grundstückgröße	angemessen		ja	
	Grundstücksgestalt	optimal		ja	

Bewertungskomplex	Bewertungsgegenstand	Normgrundstück	Nachweis objektiv	Einschätzungsbewertung	Messrelevante Kriterien
	Schutzgebiete				
	- Trinkwasserschutzgebiete	nein	ja		
	- Überschwemmungsgebiete	nein	ja		
	Straßenrecht		ja		
	Bauordnungsrecht		ja		
	Schutzbereiche militärischer Anlagen	nein	ja		
	Denkmalschutz	nein	ja		
	Bergrechtl. Verpflichtungen/Einschränkungen	nein	ja		
	Verpflichtungen aus Atomgesetz	nein	ja		
	Kampfmittel	nein	ja		
Altlasten	nein	bed.		Altlastengutachten	
Gerätesicherheitsgesetz	keine Anlagen	bed		Sachverständiger	
Abbruchverpflichtungen		keine	ja		Bedingt abgangsgefährdete Gebäude
Gebäude		gute Qualität		ja	
Außenanlagen		gute Qualität		ja	
Sonstige baul. Anlagen		gute Qualität		ja	
Zubehör		gute Qualität		ja	
Bewirtschaftung		angemessene Kosten		ja	Ermittl. d. tats. Kosten
	Abfallentsorgungspflichten aus dem Betreiben	keine			Ermittl. d. tats. Kosten
	Unterirdische Baulasten (baul.	keine			Untersuchungen

Bewertungskomplex	Bewertungsgegenstand	Normgrundstück	Nachweis objektiv	Einschätzungsbewertung	Messrelevante Kriterien
	Anlagen ohne Funktion)				

Abb. 91: Kriterien und Bewertungsansätze

Objektiv feststellbare Kriterien

Objektiv feststellbar bedeutet, dass belegbare Angaben vorliegen müssen. Diese basieren i. d. R. auf nachweisbaren, rechtlichen Verpflichtungen der unterschiedlichen Rechtsnormen, die in Verträgen, Auflagen, Anordnungen und Vereinbarungen dokumentiert sein müssen. Es bedeutet nicht, dass monetäre Auswirkungen bewertet wurden. Diese Kriterien sollten mittels Positiv- oder Negativbescheid zum Pflichtbestandteil der Wertermittlung gemacht werden (z. B. im Anlagenteil).

Da keiner der obigen Nachweise grundsätzlich dauerhaft gilt und die Wertermittlungen, sofern sie z. B. dem Verkauf dienen i. d. R. in mittleren bis langfristigen Zeiträumen ablaufen, ist eine Nachweisführung in jedem Wertgutachten grundsätzlich angeraten.

Die Kriterien mit der Bemerkung „bed“ (bedingt) stellen nur für den Fall ein relativ objektives Kriterium dar, wenn prüfbare Unterlagen schon vorliegen und diese den Anforderungen einer Bewertung genügen.

Einschätzungsbewertung

Die in der Spalte Einschätzungsbewertung dargestellten Bewertungsgegenstände lassen sich nicht oder nur bedingt objektiv messen. Hier ist das Sachverständigenurteil erforderlich. Eingeschätzt kann dabei nur der Status quo werden, da eine Prognose der Einflüsse auf eine nicht bekannte, zukünftige Nutzung schwerlich möglich sein wird.

Auch bei einer bekannten Umnutzung dürften Hindernisse bei der Bewertung auftreten, da die Reaktion z. B. der Nachbarschaft kaum sicher abzuschätzen ist und eine

„Meinungsumfrage“ bei Nachbarn nicht zum Gegenstand der Wertermittlung gemacht werden kann.

Die Verkehrsanbindung dürfte wahrscheinlich bei Gewerbe und Industrieflächen von signifikanter Bedeutung sein, wenn man unterstellen kann, dass beplante und bebaute Grundstücke erschlossen sind und für diese Nutzung angemessene Verkehrswege zur Verfügung stehen (sollten). Im Bereich der Gewerbe-/Industrieflächen können die Bedürfnisse durch die sehr weit gefächerten betrieblichen Anforderungen deutlich schwanken. Insofern ist hier eine Angemessenheit von den Maßgaben der baurechtlich zugelassenen Nutzung abzuleiten und der derzeitige Zustand zu bewerten.

Messrelevante Kriterien

Diese Kriteriengruppe stellt den Anteil von Kriterien dar, der i. d. R. „zusätzlichen Aufwand“ bedeutet. Betrachtet man z. B. Baugrund und Altlasten so werden die besonderen Probleme für die Wertermittlung sichtbar.

Baugrundrisiken sind relevante Kriterien, die zur Einschätzung eines Grundstücks notwendig sind. Es kann nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, dass der Baugrund sicher ist, nur weil Bauwerke bisher keine Schäden aufweisen. Baugrund kann auch lokal begrenzt sehr inhomogen sein und für verschiedene Grundstücksteile unterschiedliche Aussagen bedingen. Eine Ableitung kann ggf. aus der genauen Kenntnis der vorhandenen Bauwerksgründungen, der Grund-/Schichtenwasserverhältnisse und der Bodenverhältnisse durch einen Gutachter erfolgen und muss nicht zwangsläufig durch Erkundung ermittelt werden.

Bei der Altlasten-/Altstandortproblematik treten u. E. die relevantesten Probleme auf. Erfahrungsgemäß reichen die Altlastenkataster und verfügbaren Gutachten nicht aus, um sachgerechte Kostenschätzungen vorzunehmen. Häufig werden nur Erkundungen zur weiteren Abgrenzung und Beurteilung führen können.

Sofern ein Anfangsverdacht durch Katastereinträge und Untersuchungen nicht belegt ist, wird eine Qualifizierung und damit eine Quantifizierung von derartigen Sachverhalten kaum möglich sein. Alle verfügbaren Prognosemodelle werden dabei keine „gerichtssichere“ Hilfe sein können.

Letztlich verbleibt das Risiko beim Eigentümer.

Ist dieser nicht bereit im Sinne der Qualifizierung der Wertermittlung Leistungen zur Spezifizierung des Altlastenverdachts durchführen zu lassen, dann kann lediglich nur noch der Ausschluss der Altlastenproblematik und die schriftliche Mitteilung des Eigentümers auf Versagen notwendiger Zusatzleitungen im Gutachten verankert werden. Dieser Weg führt dann aber zwangsläufig zur Unvollständigkeit der Wertermittlung.

Bei Betriebskosten liegen in uns bekannten Wertermittlungen häufig Pauschalen zugrunde. Bei bewirtschafteten Gewerbe- und Industriegrundstücken erscheint das nicht ausreichend. Hier ist eine Ermittlung tatsächlicher Kosten besser geeignet

Ein weiterer Bewertungsgegenstand ist insbesondere bei betrieblichen Grundstücken in der Abfallproblematik zu sehen. Nicht selten werden Grundstücke mit erheblichen Abfallmengen vorgefunden deren Entsorgung kostenseitig deutlich ins Gewicht fallen kann. Insofern ist zu überdenken, ob dieser Teil nicht explizit zu bewerten ist. Einen Anhaltspunkt gibt die WertV im Punkt „Bodenverhältnisse -Belastungen mit Ablagerung-“, sinngemäß obwohl hier wohl hauptsächlich die Sicht des Bodenschutzes dominiert.

Unterirdische Baulasten: sind in Analogie zu oben ausgeführten Punkten und insbesondere im Zusammenhang mit Baugrund, „Belastungen mit Ablagerung“, Abbruchaufwand etc. zu sehen. Problematisch ist die Beurteilung, da häufig wenig oder keine Informationen zur „Altbebauung“ vorliegen oder recherchierbar sind.

Die Darstellung zu Problemen der Wertermittlung von Grundstücken zeigt auf, dass eine Vielzahl von möglichen Umständen Einfluss auf die wertmäßige Beurteilung eines Grundstücks hat.

Im Modell der Kostenermittlung von Flächenrecyclingmaßnahmen konnten einige dieser Faktoren in der Kostenbetrachtung berücksichtigt werden.

Andererseits ist eine vollständige Bewertung der Faktoren wegen fehlender Berechnungs- oder Verrechnungsgrundlagen derzeit noch nicht möglich.

6.4 Ergebnisse

Die Aufgabenstellung des Forschungsvorhabens geht explizit von der DIN 276 als mögliches strukturelles Mittel zur Abbildung von Kostenstrukturen im Flächenrecycling aus.

Diese Intention wird von den Autoren strikt verfolgt und mit dem Entwurf zur Strukturierung der DIN 276 für die Aufgaben des Flächenrecyclings eine Lösungsmöglichkeit dargestellt.

Damit ist ein wesentliches Ziel, den organisatorischen Rahmen zur Lösung der Forschungsaufgabe zu entwickeln, realisiert.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Ermittlung von Kosten.

Gemäß der Systemanalyse der notwendigen Leistungen für Flächenrecyclingaufgaben waren die Ingenieur- oder Planungsleistungen und die gewerblichen Leistungen zur Baufeldfreimachung als Hauptelemente und Kostenquellen festzustellen.

Als Subelemente der Ingenieur-/Planungsleistungen wurden die oben dargestellten und behandelten Fachplanungen für Altlasten, Rückbau, Kampfmittel und Abfallwirtschaft definiert.

Für das Hauptelement gewerbliche Leistungen wurden die Subelemente Altlastensanierung, Rückbau, Kampfmittelräumung und Abfallentsorgung ermittelt.

Objekte der gewerblichen Aufgaben ergaben sich für die Bereiche Altlastensanierung und Rückbau. Für die Altlastensanierung waren die Objekte Boden und Baugrubenwasser (Grundwasser) zu betrachten.

Im Subelement Rückbau werden die Objekte Gebäude, befestigte Flächen, Leistungssysteme und Sonderanlagen als systemrelevant ermittelt. Als Nebenleistungen werden zusätzlich die Baugrubensicherung, Baugrubenwasserhaltung und Asbestsanierung aufgenommen.

Die Struktur der systemanalytischen Ergebnisse ist in nachfolgender Grafik dargestellt.



Abb. 92: Systemelemente mit kostenwirksamen Bestandteilen

Wie die Kostenermittlung durchgeführt wird, wurde in den betreffenden Kapiteln behandelt und dargestellt. Die Zusammenfassung der ermittelten Kosten erfolgt im Strukturelement DIN 276 FR in den dafür vorgesehenen Positionen. Auf eine Gesamtdarstellung wird wegen der eindeutigen Beziehungen verzichtet und stellvertretend nur ein Planungs- und ein gewerblicher Leistungsbereich dargestellt.

Planungsbereich Altlasten

Leistungsphase	DIN Position	Bemerkung
Altlastenplanung/-untersuchung	126-300	Summe 126-310 – 126 - 370
Historische Erkundung	126-310	
Technische Erkundung	126-320	
Sanierungsuntersuchung	126-330	
Sanierungsplanung/-überwachung	126-340	
Fachgutachterliche Begleitung	126-350	
Oberbauleitung und Dokumentation	126-360	
Feld-/Versuchs-/Laborleistungen	126-370	

Abb. 93: Zuordnung der Kostenbestandteile Altlastenplanung zu den DIN-Positionen

Gewerblicher Bereich Rückbau

Objekte	DIN Position	Bemerkung
Abbruchmaßnahmen	212-000	Summe 212-100 - 212-500
Gebäude, Bauliche Anlagen	212-100	Summe 212-110 - 212-120
Gebäude	212-110	Asbestsanierung
Bauliche Anlagen	212-120	
Befestigte Flächen	212-200	Summe 212-210 - 212-220
Verkehrsanlagen	212-210	
Befestigte Flächen	212-220	
Ver- und Entsorgungsanlagen	212-300	Summe 212-310 - 212-350
Wasser-/Abwasseranlagen	212-310	
Fernwärmeanlagen	212-320	
Gasversorgungsanlagen	212-330	
Stromversorgungsanlagen	212-340	Nicht berücksichtigt
Kommunikationsanlagen	212-350	Nicht berücksichtigt

Rückbau technologischer Anlagen...	212-400	Sonderanlagen
Sicherungsmaßnahme Abbruch	212-500	Baugrube, Baugrubenwasserhaltung

Abb. 94: Zuordnung der Kostenbestandteile Rückbau zu den DIN-Positionen

Für die Form der Gesamtdarstellung wurde das Formblatt „Kostenrahmen“ entwickelt und bereits weiter oben im Bericht dargestellt.

6.5 Risikobetrachtung

6.5.1 Ausgangssituation

Für eine Risikobetrachtung ist zu unterstellen, dass eine mathematisch zu formulierende Abhängigkeit zwischen Projektdatenqualität und –quantität und den daraus abzuleitenden (prognostizierbaren) Kosten besteht.

Um eine gestützte Aussage über eine stochastische Beschreibung eines Ereignisses zu modellieren, werden große und vergleichbare Datenmengen benötigt. Wohl konnten im Rahmen der Grundlagenarbeit Daten ermittelt werden, jedoch stellte sich bei deren Analyse heraus, dass sich der Einfluss verschiedener Kriterien, die Ursachen für Abweichungen und die kausalen Zusammenhänge nicht in vergleichbare, messbare Ergebnisse transformieren lassen.

Die Flächenrecyclingmaßnahmen sind ein derart komplexes Gebilde, dass der Ansatz einer Risikomodellierung im Rahmen der Ressourcen dieses Vorhabens nicht realistisch abgeleitet werden kann.

Die Kostenschätzung wird zu einem sehr frühen Zeitpunkt erarbeitet. Darin eingeschlossen drückt sich bereits die Unsicherheit aus, die mit einer geminderten Datenqualität und Datenquantität einhergeht. Es bedarf somit keiner numerischen Analyse und Aussage, um zu prognostizieren, dass die Ergebnisse dementsprechend „unsicher“ eingestuft werden müssen. Das wird unter anderem dadurch gestützt, dass in der DIN 276 verbindliche Vertrauensgrade der Kostenangaben nur in Zusammenhang mit den Planstufen der Fachplanungen definiert werden.

Es erscheint auch aus psychologischen Gründen nicht hilfreich eine sehr niedrige Erfolgswahrscheinlichkeit im Ergebnis einer Risikomodellierung für die gesamte Projektentwicklung auszuweisen, da das in dem frühen Stadium der Projektarbeit zu subjektiv bedingtem Aufgeben der Absicht führen könnte.

Die Situation ist am besten mit der Situation altlastenbehafteter Grundstücke zu vergleichen, bei denen selbst nach Sanierung auf dem Grundstückmarkt der „Altlastengeruch“ anhaften bleibt. Eine ähnliche Wirkung dieser subjektiven Abwertung wird bei der Ermittlung eines Risikowertes unterstellt.

Eine weitere Überlegung besteht in der technischen Lösung der Risikomodellierung. Nach Ansicht der Autoren sind dafür statistische, stochastische Modellexperimente am besten geeignet, da sie im Ergebnis den mittleren Erwartungswert aus einer statistisch großen Zahl von Ereignissimulationen komplexer Vorgänge darstellen.

Eine derartige Modellierung ist im Rahmen des Forschungsvorhabens nicht leistbar. Insofern wird vorgeschlagen diesen Komplex erneut zu beurteilen und bei Bedarf ggf. in ein eigenständiges Vorhaben zu integrieren.

6.5.2 Methodische Ansätze zur Risikobewertung

Im Ergebnis der Forschungsarbeit sollen auch neue Möglichkeiten einer Risikomodellierung für einzelne Teilelemente aus dem Gesamtkomplex beispielhaft dargestellt werden.

Sie können als Anregungen für weitere Forschungsaufgaben verstanden werden.

a) Beispiel der Bewertung der Datengrundlagen für Rückbauplanungen

Ergebnisse	vollständig aktuell	vollständig	unvoll- ständig	fragmen- tarisch	vollständig fehlend
Bauzeichnungen	50	40	20	10	0

Baubeschreibungen	10	8	5	2	0
Nutzungshistorie u. Zeitzeugen	20	15	10	3	0
Umbau-/Sanierungsvorgänge	10	8	5	2	0
Schadensfälle/Kriegseinwirkung	10	8	5	2	0
Summe	100	79	45	19	0

Abb. 95: Formalbewertung Grundlagenermittlung Rückbauplanung

Aus dem Angebot hat der Nutzer die Qualität und Quantität der verfügbaren Daten zu bestimmen. Damit generiert er gleichzeitig einen Punktwert, der nachfolgend ausgewertet werden kann. Bei angenommen 60 Punkten aus den Bewertungsfragen ergäbe sich eine Wahrscheinlichkeit von 0,566 oder 56%.

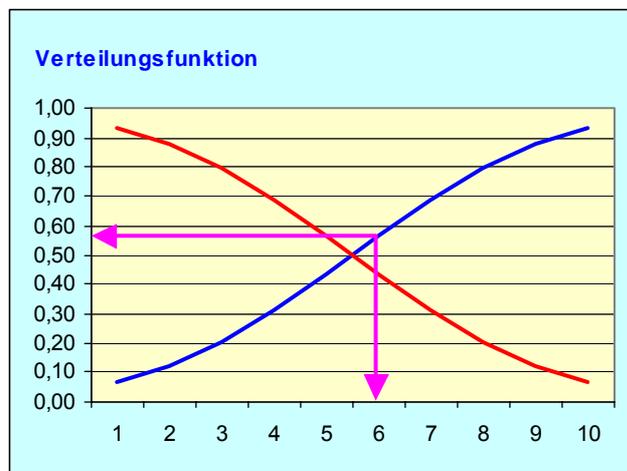


Abb. 96: Grafische Form der Risikomodellierung von Sachverhalten

Die Aussage würde dann lauten, dass für die Planungsleistungen von Rückbauaufgaben eine Erfolgswahrscheinlichkeit von 56% für die richtige Ermittlung (ggf. auch der Auswertung) der Datengrundlagen anzunehmen ist.

b) Variante der Altlastenbewertung

Eine weitere Bewertungsmöglichkeit bietet sich bei der Abschätzung von branchenrelevanten Daten aus der gewerblichen Nutzungshistorie an. Die Grundlagen wurden in System „KOSAL“ entwickelt und für die Bedingungen des Forschungsvorhabens angepasst.

Kriterium „Verwendungsart -F-“

KOSAL benennt 5 Kriterien:

- F1 - erfahrungsgemäß außerordentlich hohes Kontaminationspotential;
 - Anhaltspunkte/Beweise für unsachgemäße Betriebsführung bei Anlagen mit hohem Kontaminationspotential;
 - festgestellte Kriegseinwirkungen oder bedeutende Störfälle/Brände;
 - vereinzelte positive Untersuchungsbefunde zum branchentypischen Stoffspektrum.
- F2 - im Routinebetrieb üblicherweise ständige, bedeutende Verluste;
 - ungesicherte Lagerung (offene Fasslager auf unbefestigten Flächen);
 - bei Störfällen sehr große Verluste.
- F3 - im Routinebetrieb häufige, bedeutende Verluste;
 - bei Störfällen große Verluste;
 - bei unsachgemäßer Betriebsführung große Verluste;
 - bei Wartungen regelmäßige Verluste.
- F4 - üblicherweise sporadische Verluste im Routinebetrieb, bei Wartungen, bei unsachgemäßer Betriebsführung.
- F5 Verluste im Wesentlichen nur bei besonderen Vorkommnissen (Kriegseinwirkung u. dgl.).

Die Klassifizierung der Verwendungsarten lässt nach Ansicht der Autoren zuviel Interpretationsraum und subjektive Auslegung zu. Weiterhin sind die Klassifizierungen nicht einheitlich ausgelegt (F1 beinhaltet deutlich mehr Kriterien als F5).

Vorschlag:

1. Änderung Bezeichnung Verwendungsart in
Funktionale Zuverlässigkeit –F-

2. Erstellung von Klassen und Kriterien zur Objektivierung der Angaben.

Klasse/Kriterium	P	F5	P	F4	P	F3	P	F2	P	F1
Kriegseinwirkung	20	Belegt und	15	vermutet	15	unbekannt	8	unwahr-	1	ausge-

Havarien		dokumentiert						scheinlich		geschlossen
Routinebetriebs- zuverlässigkeit	20	sehr hohe Verluste, Störungen	15	hohe Verluste, Störungen	15	unbekannt	6	vereinzelte Verluste, Störungen	1	keine signifikanten Verluste, Störungen
Umschlag- Lagerungstechnik/- prozess	20	Sehr hoher Verschleiß, techn. sehr veraltet	10	hoher Verschleiß, techn. veraltet	10	unbekannt	5	geringer Verschleiß, techn. Zustand akzeptabel	1	kein Verschleiß, techn. Zustand modern
Wartung Instandhaltung	20	nicht belegbar	10	nachweisbar ungenügend	10	unbekannt	2	planmäßig	1	vorbeugend
Eintragsflächen- größe	20	> 2,0 ha	15	1-2 ha	5	< 0,5 ha	3	0,1-0,5 ha	1	punktuell
Summe P	100		65		55		24		5	
P - Punkte										

Abb. 97: Funktionale Zuverlässigkeit –F–

Der Vorschlag soll verdeutlichen, dass der normierte 5-Positionen Kriterienraum von KOSAL mit fehlenden Kombinationsmöglichkeiten den Nutzer in Bewertungskonflikte bringt. Der Vorschlag greift die Schwächen auf und beseitigt sie durch normierte Kriterien und Kombinationsmöglichkeiten.

Kriterium „Stoffmenge -M-,“

In diesem Kriterium werden ähnliche Probleme sichtbar wie oben bereits dargestellt.

Ohne auf die KOSAL-Darstellung im Einzelnen einzugehen wurde folgender Vorschlag erarbeitet:

Klasse/Kriterium	P	M4	P	M3	P	M2	P	M1
Rohstoffe	25	sehr große Mengen	20	große Mengen	10	mittlere Mengen	1	geringe Mengen
Betriebs-/Hilfsstoffe	25	sehr große Mengen	20	große Mengen	10	mittlere Mengen	1	geringe Mengen
Produkte	25	sehr große Mengen	20	große Mengen	10	mittlere Mengen	1	geringe Mengen
Reststoffe/ Abprodukte	25	sehr große Mengen	20	große Mengen	10	mittlere Mengen	2	geringe Mengen

Summe P	100	80	40	5
----------------	------------	-----------	-----------	----------

Abb. 98: Stoffmenge –M-

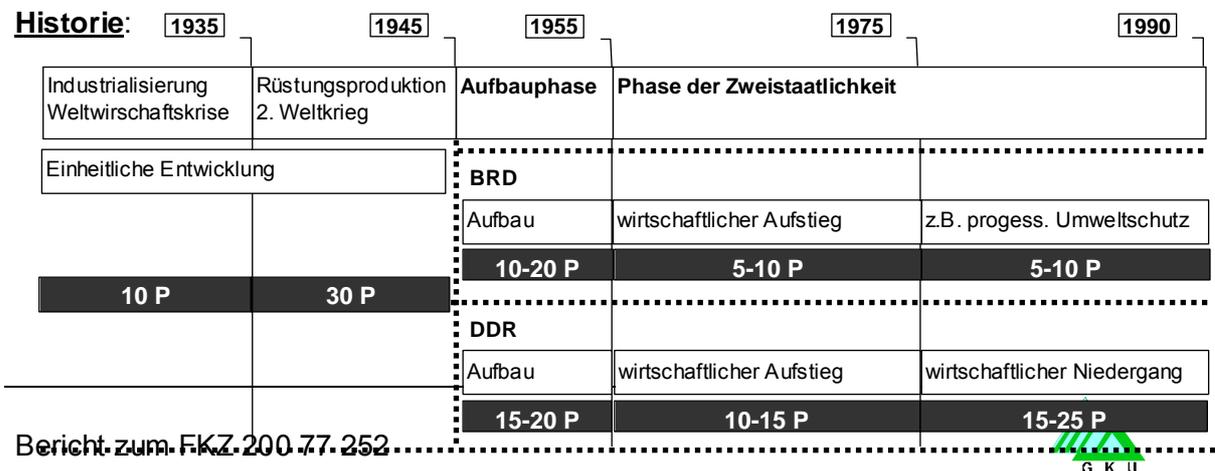
Kriterium „Verwendungsdauer -D-“

Die Betrachtung der Verwendungsdauer in KOSAL ist nach Ansicht der Autoren auf einer sehr formalen Grundlage erfolgt. Es ist sicherlich ein sehr diffiziles Problem ein Kriterienfeld für eine derartige Betrachtung zu erstellen, weil.

- 1 die Langfristigkeit zu betrachten ist,
- 2 unterschiedliche Nutzung im Lebenszyklus einer konkreten Fläche bestehen können,
- 3 zu unterstellen ist, dass die Aussagensicherheit zur Fläche indirekt proportional der Lebensdauer ist und
- 4 die Stabilität der Schadstoffe/Kontaminationen ist nicht berücksichtigt wurde.

Die Mängel sind ohne weiterführende, grundsätzliche Untersuchungen nicht zu beheben. Der Vorschlag der Autoren geht deshalb auf eine bessere Handhabbarkeit dieses Kriterienraumes hinaus.

Der erste Vorschlag trennt die historische Gesamtbetrachtung von der Betrieblichen Nutzungsdauer.



Die Punkte stellen das Mass für negative Einflüsse dar, insofern ist ein hoher Punktwert Ausdruck für ein hohes Potetnial negativer Vorkommnisse.

Betriebszeiträume:

KOSAL betrachtet 3 Fälle in zwei Klassen:

Klasse 1 BRD-Betriebe,

Klasse 2 DDR-Betriebe,

und Fälle

1. Betriebszeitraum 0 Jahre bis 2 Jahre
2. Betriebszeitraum 2 Jahre bis 50 Jahre,
3. Betriebszeitraum 50 Jahre und länger.

Es kommt in KOSAL zu historischen Anomalien, wenn z. B. der Punktwert eines DDR-Betriebes in der Phase bis 1935 mit 2 Punkten bewertet wird. Formal ist diese Fall-Klasse nicht existent und sollte deshalb auch vermieden werden.

Der folgende Vorschlag teilt die historisch bedingten Bereiche in nunmehr 3 Abschnitte

1. bis 1945
2. BRD ab 1945
3. DDR ab 1945.

Klasse	Betriebszeitraum	Betriebsphase bis 1945	Betriebsphase ab 1945
bis Deutsches Reich	bis 1945	25	
ab BRD	bis 2 Jahre	 	5
	1 – 50 Jahre	 	15
	50 und mehr Jahre	 	8
ab DDR	bis 2 Jahre	 	10

	2 – 45 Jahre		25
	---		

Abb. 99: Betriebsdauer

Die Punktzahlen wurden im Wertebereich bis 50 normiert und stellen den Grad der potentiellen Möglichkeit der negativen Einflüsse auf die Umwelt dar.

Zusammenfassung und Berechnung:

In den vorliegenden Vorschlägen werden sowohl Potentiale als auch Normierungen abgeleitet. Die verschiedenen Wertebereiche der Kriterien können z. B. als Wichtung für die Bedeutung des Kriteriums angewendet werden.

Werteraum der Kriterien

Kriterium	Punktwert _{min}	Punktwert _{max}
Funktionale Zuverlässigkeit	5	100
Stoffmenge	5	100
Historie	20	100
Betriebsdauer	5	50

Abb. 100: Wertebereich der Kriterien

Die Interpretation der Ergebnisse und Punktwerte kann als Beschreibung für den Risikofaktor einer gewerblichen Nutzung als Näherungslösung betrachtet werden.

Hier wird jedoch das negative Ereignis bewertet, d. h. je höher die Punktzahl, desto größer das Risiko, dass aus dem Betrieb des Gewerbes schädliche Beeinträchtigungen für die Umwelt ausgegangen sind.

6.5.3 Folgerung

Die Beispiele zeigen, dass es möglich ist, einzelne Merkmale aus dem Komplex der Flächenrecyclingdaten für eine Näherungslösung zur Ableitung eines Risiko- oder Erfolgsfaktors zu bewerten.

Die grundsätzliche Vorstellung, dass die Kostenermittlungen mit derartigen Mitteln bewertet werden können, kann nicht gestützt werden, da die Komplexität der einzelnen

Elemente und deren Wechselwirkungen bei dem betrachteten Projektstand (Projektvorphase) hinsichtlich ihrer Datenqualität und Qualität nicht ausreichend untersetzt werden können.

7 Ausblicke und Weiterentwicklungen

Im Ergebnis der Forschungsarbeiten wurden mindesten 2 Komponenten mit unmittelbar praktisch nutzbaren Resultaten geschaffen.

1. Die DIN 276 FR als Kostenerfassungsinstrument für den Projektentwickler/Bauherrn im Flächenrecycling.
2. Eine erste Stufe der komplexen, programmgestützten Kostenberechnung für kostenrelevante Komponenten von Flächenrecyclingmaßnahmen.

Andere Erkenntnisse oder Teillösungen des Forschungsvorhabens können im Rahmen von F+E vorhaben weiterverfolgt und auf praktikable Lösungsmöglichkeiten untersucht werden.

Die vorgestellten Lösungen werden im Rahmen der Systempflege der Verfasser qualitativ und quantitativ weiterentwickelt . Hinzu gehören unter anderem:

1. Vervollständigung der Kalkulationsgrundlagen für die Kampfmittelplanung und Kampfmittelräummaßnahmen,
2. Verdichtung/Verbesserung der Modellgrundlagen für die Kostenberechnung.
3. Implementierung weiterer, kostenwirksamer Leistungsbereiche.
4. Erhöhung der Variabilität und Vielfalt der Auswahlmöglichkeiten bei der Merkmalsbeschreibung von Objekten und Maßnahmen einschließlich der Möglichkeit neue Objektklassen oder Merkmale zu definieren (Bsp. Erweiterung des Gebäudeartenkataloges o. ä.).
5. Herstellung lagebezogener Verknüpfungen der Bearbeitungsobjekte, um die Abhängigkeiten einzelner Komponenten erfassen und bewerten zu können (Schaffung erster Grundlagen für eine flächenoptimierte Lösung der Flächenrecyclingaufgaben).

6. Fortsetzung der Arbeiten an den Grundstücksbewertungen und Implementierung der Angaben des Investitionsvorhabens zur Lösung der Aufgabe der Kosten-Nutzen-Betrachtung für Flächenrecyclingmaßnahmen.

Anlage 1: Literaturverzeichnis*:

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | [BAYERISCHES LANDESAMT FÜR WASSERWIRTSCHAFT 1998] | Bayerisches Landesamt für Wasserwirtschaft (1998) Untersuchung und Bewertung von Altlasten, schädlichen Bodenverunreinigungen –Wirkungspfad Boden-Grundwasser-, Internet-Recherche |
| 2 | [BMVBM 2001] | BMVBM (2001) - Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Leitfaden Nachhaltiges Bauen. Berlin |
| 3 | [BMVBM 1999] | BMVBM (1999) - Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen: Erkundung von Altstandorten der Militärproduktion und des Militärbetriebes |
| 4 | [BORRIES ET AL 1995] | Borries, H.-W.; Kiefer, K.-W.; Pfaff-Schley, H. (1995): Problemkreis Altlasten von der Ausschreibung bis zur Folgenutzung. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York |
| 5 | [BRACKE 1998] | Bracke, Dr. R. (1998): Leistungsbuch Altlastensanierung & Flächenentwicklung 1997/1998, Arbeitshilfe zur Kostenermittlung bei der Sanierungsuntersuchung und Sanierungsplanung von Altlasten und der Entwicklung kontaminierter Brachflächen. LUA NRW, Essen |
| 6 | [BUNDESANSTALT FÜR ARBEITSSCHUTZ UND ARBEITSMEDIZIN 2000] | Wangler, O., Opitz, J. Hawer, H.(2000) Selektiver Abbruch und verwendungsorientierter Rückbau, Bundesanstalt für Arbeitsschutz |
| 7 | [BVBA 2000] | BVBA (2000) – Bundesvereinigung Boden und Altlasten e.V.i.Gr. (Hrsg.): Böden nachhaltig schützen – Altlasten erfolgreich sanieren! 10 Thesen der BVBA zum Bodenschutz, Strategie der BVBA |
| 8 | [DIN 276 1993] | DIN (1993) – Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 276/06.93 Kosten im Hochbau |
| 9 | [DIN 277 1987] | DIN (1987) – Deutsches Institut für Normung e.V.: DIN 277 Grundflächen und Rauminhalte von Bauwerken im Hochbau |

- 10 [DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG E. V. (1977)] Deutsches Institut für Normung e. V. (1977): StLB Standardleistungsbuch für das Bauwesen, Leistungsbereich 005 Brunnenbauarbeiten und Aufschlußbohrungen, Beuth Verlag GmbH Berlin - Köln
- 11 [DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR ERD- UND GRUNDBAU E. V. 1993] Deutsche Gesellschaft für Erd- und Grundbau e. V. (1993): Empfehlungen des Arbeitskreise „Geotechnik der Deponien und Altlasten“, Ernst & Sohn Berlin
- 12 [FRANZIUS ET AL 2000] Franzius, V.; Lühr, Prof. H.-P.; Bachmann, G. (2000): Boden- und Altlasten-Symposium 2000, Vorsorgender Bodenschutz, Sanierung kontaminierter Standorte, Grundwassersanierung. Erich Schmidt Verlag, Berlin
- 13 [GICON 2000] GICON GmbH (2000) – Großmann Ingenieur Consult GmbH: Marktorientierte Bewertungsmethodik für altlastenbehaftete Grundstücke, Methodische Grundlagen für die Ermittlung der Minderung des Verkehrswertes und daraus resultierende umwelt- und wirtschaftspolitische sowie finanztechnische Konsequenzen. Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft/ Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden
- 14 [GRATHWOHL 2001] Grathwohl, P. (2001), Zeitskalen der Schadstofflösung und – desorption: „Natural Attenuation“ im Abstrom persistenter Schadstoffquellen, Forum Geoökologie- Internet-Recherche
- 15 [GÖRG 1997] Görg, H. (1997): Schriftenreihe WAR 98 Entwicklung eines Prognosemodells für Bauabfälle als Baustein von Stoffstrombetrachtungen zur Kreislaufwirtschaft im Bauwesen, Verein zur Förderung des Institutes WAR Darmstadt
- 17 [HEMPFLING, STUBENRAUCH 1994] Hempfling, R. Stubenrauch, S. (1994): Schadstoffe in Gebäuden, Erkennen – Bewerten – Sanieren – Vermeiden. Eberhard Blotner Verlag, Taunusstein
- 18 [HILLEBRAND 1982] Hillebrand, P. (1982): Erweiterung und Aktualisierung der Kostenstrukturuntersuchung verschiedener Verfahren zur Beseitigung von Siedlungsabfällen. Umweltbundesamt, Forschungsbericht 80-103 03/409/0221, UBA-FB 82-074, Berlin
- 19 [HOFFMAN, KREMER 1992] Hoffman, M; Zahlentafeln für den Baubetrieb (1992) B.G.Teubner Stuttgart
- 20 [ITVA 1997a] ITVA (1997a) – Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V.: Flächenrecycling, Arbeitshilfe – C 5–1. Berlin

- 21 [ITVA 1997b] ITVA (1997b) – Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V.: Entwurf Technisch-organisatorische Anforderungen an die qualitätsgesicherte Altlastensanierung, Arbeitshilfe – K 1–1, Gelbdruck. Berlin
- 22 [ITVA 1995] ITVA (1995) – Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V.: Aufschlußverfahren zur Feststoffprobengewinnung für die Untersuchung von Verdachtflächen und Altlasten, Arbeitshilfe F2-1, Berlin
- 23 [ITVA 1994] ITVA (1994) – Ingenieurtechnischer Verband Altlasten e.V.: Dekontamination durch Bodenwaschverfahren, Arbeitshilfe – H2-1, Berlin
- 24 [KLOCKE 1990] Klocke, W. (1990): Wertermittlungsverordnung, Praxis, Leitfaden für die Ermittlung von Grundstückswerten, Amtlicher Text und Begründung von Dipl.-Ing. Wilhelm Klocke. Bauverlag, Wiesbaden, Berlin
- 25 [KOCH, SCHNEIDER 1997] Koch, E.; Schneider, U. (1997): Flächenrecycling durch kontrollierten Rückbau, Ressourcenschonender Abbruch von Gebäuden und Industrieanlagen. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- 26 [LAßL ET AL 2000] Laßl, M.; Scholz, S.; Beine, A. (2000): Flächenrecycling und Grundwassersanierung, Berichte vom 16 Bochumer Altlastenseminar 2000 und 17. Leipziger-Altlastenseminar 2000. Schürmann + Klagges, Bochum
- 27 [LEMSER, TILLMANN 1997] Lemser, B. ; Tillmann, A. (1997): Wirtschaftlichkeit von Bodensanierungen, Ansätze zur ökonomischen Bewertung von Altlastensanierungen im privaten und öffentlichen Bereich. Erich Schmidt Verlag, Berlin
- 28 [LÜHR 1995] Lühr, Prof. H.-P. (1995): Altlastenbehandlung, Rechtsgrundlage der Gefahrenbeurteilung und deren praktische Umsetzung. IWS- Schriftenreihe Band 21, Erich Schmidt Verlag, Berlin

- 29 [LÜHR 2001] Lühr, H.-P. (2001): Entscheidungsfindung über eine gesamt-ökologisch-ökonomische Bewertung von Sanierungsalternativen. Aus UBA-Tagungsband: Boden und Altlasten Symposium 2001, Berlin
- 30 [LUA NORDRHEIN-WESTPHALEN 2003] Materialien zur Altlastensanierung Band 17 – Vollzugshilfe zur Gefährdungsabschätzung „Boden-Grundwasser“ (2003), Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen- Internet-Recherche
- 31 [MUV BADEN-WÜRTEMBERG 1999] Ministerium für Umwelt und Verkehr Baden-Württemberg (1999) Handlungshilfe für Entscheidungen über die Ablagerbarkeit PAK-, MKW-, BTEX-, LHKW-, PCB- und PCDD/F-haltiger Abfälle, Stuttgart
- 32 [NOTHBAUM ET AL 1994] Nothbaum, N., Scholz, R. W. (1994): Probenplanung und Datenanalyse bei kontaminierten Böden, Erich Schmidt Verlag Berlin
- 33 [OLFERT 1987] Prof. Dipl.-Kfm. K. Olfert (1987): Kostenrechnung. Friedrich Kiehl Verlag GmbH, Ludwigshafen
- 34 [POTT ET AL 1996] Pott, W., Dahlhoff, W., Kniffka, R. (1996), Verordnung über die Honorare für Leistungen der Architekten und Ingenieure, Verlag für Wirtschaft und Verwaltung Hubert Wingen, Essen
- 35 [PFARR ET AL 1989] Pfarr, K.; Koopmann, M.; Rüster, D. (1989): Was kosten Planungsleistungen? Kalkulieren – aber richtig! Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, New York
- 36 [PLAUM 1994] Plaum, S. (1994): Umweltrelevante organisatorische Anforderungen an Betriebe der Bauwirtschaft, Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt am Beispiel der Baurestmassenbehandlung. Dissertation, Eigenverlag, Darmstadt
- 37 [PRINZ 1991] Prinz, H. (1991): Abriss der Ingenieurgeologie, Ferdinand Enke Verlag Stuttgart

- 38 [SCHRÖDER 1996] Schröder, A. (1996): Investition und Finanzierung bei Umweltschutzprojekten, Entwicklung eines fünfstufigen erweiterten Wirtschaftlichkeitsanalysemodells (FEWA) zur Bewertung von Umweltschutzinvestitionen. Peter Lang GmbH, Europäischer Verlag, Frankfurt am Main
- 39 [SELKE, HOFFMANN 1993] Selke, W.; Hoffmann, B. (1993): Entscheidungsschlüssel Altlasten, Leitfaden zur Festlegung von Untersuchungsprogrammen an altlastverdächtigen Standorten. Economica Verlag, Bonn
- 40 [SMUL 2000] SMUL (2000) Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Hrsg.), Landesamt für Umwelt und Geologie: Arbeitsmittel für die Altlastenbehandlung, Handbücher, Teile 1-9 Sächsische Altlastenmethodik (SALM), 2000, Dresden
- 41 [UBA 1994] UBA (1994) – Umweltbundesamt: Kommunales Altlastenmanagement, Ein praktischer Leitfaden, Handbuch. Erich Schmidt Verlag, UBA-Berichte 3/94, Berlin
- 42 [UBA 1995] UBA (1995) – Umweltbundesamt: F&E 10340803 – Entwicklung einer Systematik zur Kostenermittlung bei der Altlastensanierung KOSAL-. Umweltbundesamt, Texte 20/95, Berlin
- 43 [UBA 1998] UBA (1998) – Umweltbundesamt: Revitalisierung von Altstandorten versus Inanspruchnahme von Naturflächen. Forschungsbericht 203 40 119, TEXTE 15/98, Berlin
- 44 [UBA 2000] UBA (2000) – Umweltbundesamt: F&E 20340827, 29777827 (neu): Handlungsempfehlungen für ein effektives Flächenrecycling; UBA-Veröffentlichung TEXTE 10/2000, Berlin
- 45 [UBA 2001] UBA (2001) – Umweltbundesamt: Boden und Altlasten Symposium 2001, Tagungsband. Berlin
- 46 [VOTH 1977] Voth, B. (1977: Tiefbaupraxis Band 2 Bauverlag GmbH Wiesbaden
- 47 [WETZEL 200] Wetzel, Otto (2000) Wendhorst, Bautechnische Zahlentafeln B.G.Teubner Verlag Stuttgart

- 48 [WINKLER 1994] Winkler, W. (1994): Hochbaukosten Flächen Rauminhalte mit DIN 277, 18022, 18960 Teil 1. Verlag Vieweg, Braunschweig/Wiesbaden
- 49 [WISSENSCHAFTLICHER BEIRAT BODENSCHUTZ BEIM BMU 1999] Wissenschaftlicher Beirat Bodenschutz beim BMU (1999); Empfehlungen zur Fortentwicklung der Methoden und Verfahren zur Sickerwasserprognose, BMU-Internet-Recherche 2002

Anhang 2